



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**

**INSTITUTO DE FLORESTAS**

**CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**FITOSSOCIOLOGIA E REGENERAÇÃO NATURAL DE UMA ÁREA DE  
DEPOSIÇÃO DE REJEITO DO REFINO DE BAUXITA REVEGETADA COM  
LEGUMINOSAS ARBÓREAS EM SÃO LUÍS, MARANHÃO**

**PEDRO ADNET MOURA**

**ORIENTADOR: EDUARDO FRANCIA CARNEIRO CAMPELLO**

**SEROPÉDICA-RJ**

**JANEIRO DE 2008**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**

**INSTITUTO DE FLORESTAS**

**CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**FITOSSOCIOLOGIA E REGENERAÇÃO NATURAL DE UMA ÁREA DE  
DEPOSIÇÃO DE REJEITO DO REFINO DE BAUXITA REVEGETADA COM  
LEGUMINOSAS ARBÓREAS EM SÃO LUÍS, MARANHÃO**

Monografia apresentada como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

**PEDRO ADNET MOURA**

**ORIENTADOR: EDUARDO FRANCIA CARNEIRO CAMPELLO**

**SEROPÉDICA- RJ**

**JANEIRO DE 2008**

**FITOSSOCIOLOGIA E REGENERAÇÃO NATURAL DE UMA ÁREA DE  
DEPOSIÇÃO DE REJEITO DO REFINO DE BAUXITA REVEGETADA COM  
LEGUMINOSAS ARBÓREAS EM SÃO LUÍS, MARANHÃO**

PEDRO ADNET MOURA

Monografia aprovada em 23 de janeiro de 2008,

BANCA EXAMINADORA

---

Dr. Eduardo Francia Carneiro Campello  
Embrapa Agrobiologia  
Orientador

---

Dr. Alexander Silva de Resende  
Embrapa Agrobiologia  
Membro Titular

---

Dr. André Felipe Nunes-Freitas  
DCA/IF/UFRRJ  
Membro Titular

## AGRADECIMENTOS

À meu Pai Eterno Jesus Cristo, a graça de ser um filho seu.

À meu pai Gilson, minha mãe Maria Clara e meus irmãos Tom, Daniel, Alice e toda a família pelo apoio e amor dedicados.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pela oportunidade de me graduar Engenheiro Florestal.

À Embrapa Agrobiologia pelo grande aprendizado.

À ALUMAR, pelo apoio no desenvolvimento do trabalho.

Aos funcionários da Sempre Verde pelo auxílio nas atividades de campo.

Ao Dr. Jorge Fortes pelo apoio nos atividades de campo e material disponibilizado.

Aos Drs. Eduardo Campello, Alexander Resende, Paulo Dias, Sérgio Miana e Cláudia Pozzi pela amizade e ensinamentos.

À toda equipe do Laboratório de Leguminosas Florestais da Embrapa Agrobiologia.

À Empresa Júnior de Engenharia Florestal- Flora Júnior.

Ao professor Hugo Amorim e Wilson Higa pelos ensinamentos e oportunidades.

Ao Departamento de Botânica, em especial a professora Inês Machilane.

Todos os amigos e companheiros do alojamento M4-432 pela convivência e amizade, Juvenal, Marcello Guerreiro, Edmar, Luís Ireno, Vagner, Gilberto Terra, Lucas Brasileiro, Felipe Brasileiro, Felipe Vieira, Lucas, Du Norte, Vidu, Ricardo e Tom.

À turma de engenheiros florestais 2003-I pelo convívio e troca de experiências.

Aos amigos Daniel Cavalcanti, Fábio, Iran, Suyá, Thiago Polari, Raoni, Ana, Juliana e todos com quem tive a oportunidade de conviver durante esses 5 anos de graduação.

Aos amigos Tufi, Adriana, Giordano, Simone, Thalizia Reis e Maria Amélia e todos os irmãos da União Neoteosófica.

E a toda irmandade do Santo Daime pelos ensinamentos.

Muito Obrigado.

*“... o amor eterno de Deus vive nas matas sombrias  
é uma luz maravilhosa que alumia aqui todo dia...”*

(Sebastião Mota de Melo)

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o estado atual de desenvolvimento do reflorestamento realizado em 1997, objetivando a recuperação da área 1 de deposição de rejeito do refino de bauxita, (ADRB#1) do Consórcio de Alumínio do Maranhão (ALUMAR), localizado nas coordenadas 2° 43'29,88" S e 44°18'41,3" W, São Luís, Maranhão. Para o estudo foram analisadas a composição florística e a estrutura do estrato arbóreo e da regeneração natural. Foram distribuídas de forma sistemática 9 parcelas de 300 m<sup>2</sup> (30 m x 10 m). Todos os indivíduos com diâmetro à altura do peito (DAP) maior do que 5 cm, foram identificados, tiveram o DAP medido e a altura estimada. A regeneração natural foi avaliada em dois estratos de tamanho: Estrato 1- plantas com altura superior a 10 cm e inferior a 1 m e estrato 2- plantas com altura superior a 1 m e DAP inferior a 5 cm. O estrato 1 foi avaliado em 81 parcelas de 2 m x 2 m e o estrato 2 em 9 transectos de 30 m x 2 m. Os principais parâmetros avaliados foram estrutura horizontal, vertical e diversidade da comunidade. No estrato arbóreo foram amostrados 289 indivíduos com 419 fustes (389 vivos e 30 mortos em pé), distribuídos em 7 famílias, 19 gêneros e 22 espécies. As 3 famílias mais representativas foram Leguminosae (14 espécies, 11 gêneros e 54,65 % do IVI), Bignoniaceae ( 1 espécie e 24,5% do IVI) e Urticaceae (1 espécie e 10,1 % do IVI), essas 3 famílias representaram 89,1 % do IVI. As 3 espécies mais importantes foram *Tabebuia impetiginosa* (14,65 % do IVI), *Acacia mangium* (12,9 % do IVI) e *Cecropia cf. pachystachya* (7,6 % do IVI), única espécie espontânea no estrato. O índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') foi de 2,56 e o índice de equabilidade (J) foi de 0,82, aos 10 anos e 7 meses de idade. Os índices foram compatíveis com outros reflorestamentos mistos e baixos quando comparados com a floresta natural original da região. Para o estrato 1 da regeneração foram identificados 1.472 indivíduos, distribuídos em 12 famílias, 19 gêneros e 20 espécies. A densidade média de plantas foi de 4,5 plantas por m<sup>2</sup>. Quantificando apenas as plântulas das espécies arbóreas a densidade foi de 0,75 indivíduos/m<sup>2</sup>. A densidade de plântulas de espécies arbóreas nativas da região foi de 0,012 indivíduos/m<sup>2</sup> ou 1 indivíduo a cada 84 m<sup>2</sup>. As 3 famílias mais importantes foram Poaceae, Rubiaceae e Bignoniaceae. A família mais rica foi Leguminosae com 7 espécies. As 3 espécies mais representativas foram *Panicum maximum*, *Borreria* sp. e *Tabebuia impetiginosa*. Para o estrato 2 foram amostrados 104 indivíduos, distribuídos em 9 famílias, 17 gêneros e 18 espécies. As famílias mais importantes foram Leguminosae, Bignoniaceae e Sapindaceae. As espécies melhor representadas foram *Mimosa caesalpinifolia*, *Tabebuia impetiginosa* e *Caesalpinia ferrea*. Neste estrato foram encontradas apenas 2 espécies nativas. A densidade média observada para as plântulas de espécies arbóreas para os estratos 1 e 2 de regeneração natural foi de 0,92 indivíduos/m<sup>2</sup>, valores baixos quando comparados com as florestas naturais. Entretanto, são compatíveis com os valores encontrados em reflorestamentos mistos no interior de São Paulo. Após a análise dos resultados verificou-se a presença de fatores restritivos a regeneração natural na área, indicando a necessidade de adotar medidas de manejo que estimulem a regeneração e sustentabilidade futura da floresta implantada.

**Palavras-chave:** monitoramento ambiental, RAD, rejeito de bauxita.

## ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the development of a reforestation activity made in 1997 in order to recover a deposition area 1 of bauxite refining reject (ADRB#1) of Maranhão Aluminum Consortium (ALUMAR), located at the geographic coordinates  $2^{\circ} 43' 29,88''$  S and  $44^{\circ} 18' 41,3''$  W. In this study the floristic composition, the structure of the tree stratum and the structure of the natural regeneration were analyzed. Nine plots with 300 m<sup>2</sup> (30 m x 10 m) were systematically distributed. All trees with DBH > 5 cm were sampled and identified. The natural regeneration was evaluated in 2 height strata: stratum 1- plants with 10 cm to 1 m high and stratum 2- plants over 1 m high and DBH < 5 cm. The stratum 1 was evaluated in 81 plots measuring 2 m x 2 m and the stratum 2 in 9 transects of the 30 m x 2 m. The main parameters analyzed were horizontal structure, vertical structure and community diversity. For the arboreal stratum 289 individuals were sampled summing up 419 trunks (389 alive and 30 dead). These were distributed in 7 families, 19 genus and 22 species. The three most representative families were Leguminosae (14 species, 11 genus and IVI=54,65 %), Bignoniaceae (1 species and IVI=24,5%) and Urticaceae (1 species and IVI=10,1 %). These three families represented 89,1 % of the total IVI. *Tabebuia impetiginosa* (IVI=14,65 %), *Acacia mangium* (IVI=12,9 %) and *Cecropia* cf. *pachystachya* (IVI=7,6 %) were the three most important species. *Cecropia* cf. *pachystachya* was the only spontaneous species in this stratum. Shannon-Weaver Diversity Index (H') was 2,56 and Evenness (J) was 0,82 for the 10 years-old and 7 months stage. Comparing the indexes to the original natural region forest, these values were comparable to others found in low and mixed reforestation areas studies. 1472 plants, distributed in 12 families, 19 genus and 20 species were identified in stratum 1. The density of plants found was 4,5 individuals/m<sup>2</sup>. Summing up only the tree seedlings, a density rate of 0,75 individuals/m<sup>2</sup> was found. The density of tree seedlings native to the region was 0,0121 individual/m<sup>2</sup> or 1 individual/84 m<sup>2</sup>. The three most important families were Poaceae, Rubiaceae and Bignoniaceae. The richest family was Leguminosae with 7 species. The three most representative species were *Panicum maximum*, *Borreria* sp. and *Tabebuia impetiginosa*. For stratum 2, 104 individuals were sampled, distributed in 9 families, 17 genus and 18 species. The most important families were Leguminosae, Bignoniaceae and Sapindaceae. The most representative species were *Mimosa caesalpinifolia*, *Tabebuia impetiginosa* and *Caesalpinia ferrea*. In stratum 2 only 2 native species were found. The density observed for all tree species seedling was 0,92 individuals/m<sup>2</sup> in stratum 1 and 2 of natural regeneration. These were low values when compared with natural forests. However, they are compatible with the values found in mixed reforestation areas in the state of São Paulo. Analyzing the results, the presence of limiting factors in the areas of natural regeneration was observed which indicates the necessity of adopting management actions to stimulate the regeneration and future sustainability of the forest implemented.

Key-word: environmental monitoring, land reclamation, red mud.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Objetivos .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	2
2.1. Produção de Alumina e Alumínio na ALUMAR .....	2
2.2. Áreas de Deposição do Rejeito de Bauxita (ADRB) .....	3
2.3. A Sucessão Ecológica e a Recuperação de Áreas Degradadas .....	3
2.4. Avaliação e Monitoramento de Áreas Recuperadas .....	4
2.4.1. Regeneração natural .....	5
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	5
3.1. Área de Estudo .....	5
3.1.1. Recuperação da área 1 de deposição de rejeito (ADRB#1) .....	7
3.2. Método de Amostragem .....	9
3.2.1. Estrato arbóreo .....	9
3.2.2. Regeneração natural .....	9
3.2.3. Alocação das unidades amostrais .....	9
3.3. Análise Fitossociológica - Estrato Arbóreo .....	10
3.3.1. Estrutura horizontal .....	10
3.3.2. Estrutura vertical .....	12
3.3.3. Valor de importância ampliado .....	13
3.3.4. Diversidade florística .....	14
3.4. Análise Fitossociológica - Regeneração Natural .....	14
3.4.1. Potencial de regeneração .....	14
3.5. Identificação Botânica .....	14
3.6. Suficiência Amostral – Estrato Arbóreo .....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	15
4.1. Suficiência Amostral .....	15
4.2. Estrutura Horizontal - Estrato Arbóreo .....	15
4.2.1. Distribuição diamétrica .....	19
4.3. Estrutura Vertical .....	20
4.3.1. Estratificação vertical .....	20
4.4. Valor de Importância Ampliado (VI ampliado) .....	21
4.5. Regeneração Natural .....	22
4.5.1. Estrato 1 .....	22
4.5.2. Estrato 2 .....	25
4.6. Potencial de regeneração .....	27
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	29
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	30
7. ANEXOS .....	34



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Processo Bayer de extração de alumina da bauxita (FORTES <i>et al.</i> 2006).....	2
<b>Figura 2.</b> Perfil longitudinal da ADRB#1, São Luís, Maranhão (FORTES <i>et al.</i> 2000.....	3
<b>Figura 3.</b> Mapa de vegetação da parte ocidental da ilha do Maranhão com a localização da ALUMAR (adptado de NOVAES, 2007).....	6
<b>Figura 4.</b> Floresta secundária adjacente à ADRB#1, ALUMAR, São Luís, MA.....	7
<b>Figura 5.</b> Desenho esquemático das unidades amostrais utilizadas. Os quadrados hachurados representam as parcelas de 4 m <sup>2</sup> (2 m x 2 m).....	9
<b>Figura 6.</b> Distribuição das unidades amostrais e clareiras na ADRB#1 da ALUMAR, São Luís, MA.....	10
<b>Figura 7.</b> Curva espécie x área para o estrato arbóreo da ADRB#1, ALUMAR, São Luís, MA, onde a série 1 representa a curva encontrada e o polinômio a curva esperada.....	15
<b>Figura 8.</b> Distribuição percentual do IVI das espécies do estrato arbóreo da ADRB#1, ALUMAR, São Luís, MA.....	19
<b>Figura 9.</b> Distribuição dos fustes nos 3 estratos verticais para o estrato arbóreo da ADRB#1, ALUMAR, São Luís- MA.....	19
<b>Figura 10.</b> Distribuição percentual do IVI para as espécies presentes no estrato 2 de regeneração, ADRB#1, ALUMAR, São Luís, MA.....	26
<b>Figura 11.</b> Lacre-vermelho ( <i>Vismia cf. guianensis</i> ) colonizando o talude da ADRB#1, ALUMAR, São Luís, MA.....	28
<b>Figura 12.</b> Formigueiros e detalhe do rejeito transportado por elas para a superfície da cinza, ADRB#1, ALUMAR, São Luís, MA.....	29

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Caracterização física, química e mineralógica do rejeito do refino de bauxita da ADRB#1, ALUMAR, São Luís, MA (FORTES, 2000).....	8
<b>Tabela 2.</b> Parâmetros fitossociológicos para as famílias inventariadas, não incluídos os indivíduos mortos, ADRB#1, ALUMAR, São Luís, MA.....	17
<b>Tabela 3.</b> Parâmetros fitossociológicos para as espécies inventariadas em ordem decrescente de IVI, incluídos os indivíduos mortos em pé, ADRB#1, ALUMAR, São Luís, MA.....	18
<b>Tabela 4.</b> Número de fustes por estrato vertical para o estrato arbóreo da ADRB#1, ALUMAR, São Luís- MA.....	20
<b>Tabela 5.</b> Distribuição dos fustes por espécie nos estratos de altura verticais para o estrato arbóreo da ADRB#1, ALUMAR, São Luís- MA.....	21
<b>Tabela 6.</b> Via (valor de importância ampliado) em ordem decrescente para as espécies amostradas no estrato arbóreo da ADRB#1, ALUMAR, São Luís- MA.....	22
<b>Tabela 7.</b> Parâmetros fitossociológicos para as família presentes no estrato 1 da regeneração natural, ADRB#1, ALUMAR, São Luís, MA.....	24
<b>Tabela 8.</b> Parâmetros fitossociológicos para as espécies presentes no estrato 1 da regeneração natural, ADRB#1, ALUMAR, São Luís, MA.....	24
<b>Tabela 9.</b> Parâmetros fitossociológicos para as famílias amostrada no estrato 2 de regeneração, ADRB#1, ALUMAR, São Luís, MA.....	25
<b>Tabela 10.</b> Parâmetros fitossociológicos para as espécies do estrato 2 de regeneração, ADRB#1, ALUMAR, São Luís, MA.....	26

## 1. INTRODUÇÃO

O alumínio, produzido comercialmente há cerca de 150 anos, é considerado atualmente o mais importante dos metais não ferrosos e está entre os mais consumidos. A variedade de aplicações do alumínio está relacionada com suas características físico-químicas, especialmente devido ao seu baixo peso específico, comparado com outros metais de grande consumo, resistência à corrosão e alta condutibilidade elétrica e térmica. Essas propriedades são as matérias-primas da indústria para diversificar seus produtos e criar soluções para outros mercados, como o setor automotivo e de construção civil (ABAL, 2008).

O Brasil é o sexto maior produtor mundial de alumínio primário, precedido pela China, Rússia, Canadá, Estados Unidos e Austrália. A demonstração da importância da indústria brasileira do alumínio no cenário mundial está na sua participação no mercado global. O Brasil, além da terceira maior jazida de bauxita do planeta, é o quarto maior produtor de alumina e ocupa a quinta colocação na exportação de alumínio primário/ligas (ABAL, 2008).

Uma das preocupações com o meio ambiente atribuídas às indústrias que beneficiam bauxita para a extração de alumina é a grande quantidade de rejeito gerado e sua estocagem. O rejeito é cáustico, com alta concentração de sódio, carbonato e aluminato, que podem causar danos ambientais restringindo o crescimento vegetal e contaminando os mananciais de água superficial e subterrânea (FORTES, 2000).

No processo de extração da alumina, são necessários, em média, duas toneladas de bauxita para a produção de uma tonelada de alumina, o restante é rejeito (FORTES, 2000). Atualmente, cerca de 1,5 milhões de toneladas de rejeito de bauxita ingressam anualmente nos tanques de contenção da ALUMAR. A indústria tem previsão de dobrar a produção de alumina a partir do ano de 2009 passando a gerar aproximadamente 3 milhões de toneladas de rejeito por ano (JORGE FORTES, 2008, comunicação pessoal).

Estes tanques com rejeito do refino de bauxita ocupam grandes áreas e sua recuperação é de fundamental importância no processo pós-industrial do refino da bauxita, como condição para mitigar os problemas ambientais. O estabelecimento de espécies vegetais em rejeito, além de seqüestrar carbono da atmosfera, promove o restabelecimento da paisagem e a possível exploração da área com atividades conservacionistas, educativas e outras (FORTES, 2000). Além destes aspectos, a constituição federal brasileira em seu artigo 225 define que aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado (BRASIL, 1988) e a resolução CONAMA nº 20 (CONAMA, 1992) fixa padrão de qualidade da água para lançamento no meio ambiente, condições estas que exigem o estabelecimento de espécies vegetais nas áreas onde se encontra armazenado o rejeito de bauxita.

Com este objetivo, a ALUMAR, em parceria com a Embrapa Agrobiologia e outras instituições de pesquisa vem desenvolvendo tecnologias para recuperar essas áreas de deposição de rejeito, além de pesquisar formas de utilização para este resíduo, como por exemplo, sua utilização como condicionador de solo na agricultura.

### 1.1. Objetivos

O objetivo geral deste estudo foi avaliar o estado atual de desenvolvimento do reflorestamento realizado na área 1 de deposição de rejeito do refino de bauxita (ADRB#1) em 1997. Dentro desta proposta os objetivos específicos são:

- Analisar a composição florística e a estrutura do componente arbóreo e da regeneração natural em uma floresta plantada com leguminosas arbóreas;
- Avaliar a regeneração natural das plantas como indicadora do processo de recuperação da área;

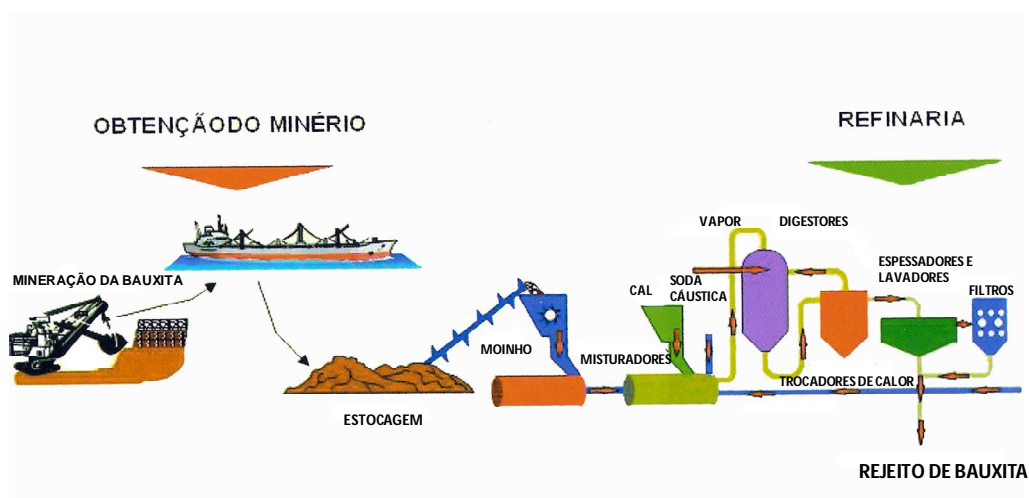
## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Produção de Alumina e Alumínio na ALUMAR

O Consórcio de Alumínio do Maranhão (ALUMAR) formado pelas empresas: Alcoa Alumínio do Brasil S.A., Alcan S.A., BHP Billiton Metais S.A. e Abalco S.A. é um dos maiores complexos de produção de alumínio e alumina do mundo e começou a ser implantado na ilha de São Luís, MA em julho de 1980 (ALUMAR, 2008).

O processo operacional da refinaria no beneficiamento do minério de alumínio (bauxita) para a produção de alumina foi iniciado em abril de 1984, gerando desde então, rejeito alcalino do refino de bauxita. O rejeito também denominado como “*red mud*” (lama vermelha), é gerado pelo beneficiamento industrial da bauxita através de um processo hidrometalúrgico conhecido como processo Bayer (Figura 1), para a extração de alumina da bauxita.

A extração da alumina é procedida por meio da moagem de bauxita e mistura com solução de hidróxido de sódio, transformando-se em material pastoso. Este material passa por processos seqüenciados de lavagem, espessamento e filtração. O material residual gerado é denominado rejeito do refino de bauxita. O rejeito de bauxita apresenta-se com elevada quantidade de argila dispersa, sendo então bombeado para áreas prévia e especialmente preparadas para o seu acondicionamento, denominadas de áreas de deposição do rejeito de bauxita (ADRB) (FORTES *et al.*, 2006).

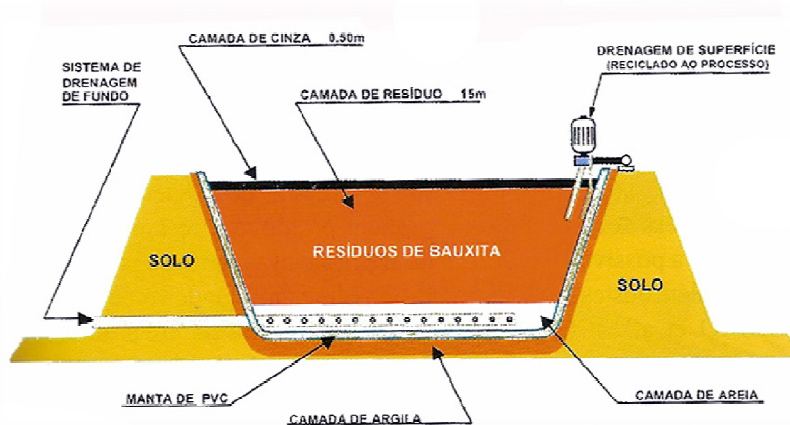


**Figura 1.** Processo Bayer de extração de alumina da bauxita (FORTES *et al.* 2006).

## 2.2. Áreas de Deposição do Rejeito de Bauxita (ADRB)

As ADRB são construídas utilizando-se a tecnologia de lagos impermeabilizado com dreno de fundo (Figura 2). As áreas são delimitadas por diques de terra duplamente impermeabilizados com uma membrana sintética de PVC superposta a uma camada de argila compactada nas laterais e no fundo do depósito. Sobre a manta de PVC é colocada uma manta drenante de areia na base e ao longo das superfícies internas dos taludes para filtrar a solução contida no rejeito. Ainda na camada de areia, são instalados tubos de PVC ranhurados, dispostos na forma de espinha de peixe para captar a solução percolada e, através de bombeamento retorná-la ao processo industrial na refinaria, para recuperação do hidróxido de sódio contido. Nas laterais, uma camada adicional de laterita é colocada sobre a camada de areia para evitar erosões na superfície (FORTES *et al.* 2006).

Quando a capacidade máxima de armazenamento é atingida, inicia-se o processo de recuperação dessas áreas, com a introdução de espécies vegetais que iniciam a colonização e aceleram o processo de sucessão ecológica (FORTES, 2000).



**Figura 2.** Perfil longitudinal da ADRB#1, São Luís, Maranhão (FORTES *et al.* 2006).

## 2.3. A Sucessão Ecológica e a Recuperação de Áreas Degradadas

Para RICKLEFS (2003) a sucessão ecológica é o processo de mudança da comunidade após uma perturbação de hábitat ou a exposição de um novo substrato. A seqüência específica das comunidades num dado local é denominada sere e a associação estável, última das seres das plantas e animais, que é atingida é chamada de clímax.

Segundo o trabalho clássico de CLEMENTS (1916), as seqüências sucessionais (seres), podem ser classificadas em dois tipos, primária e secundária, de acordo com suas origens. A sucessão primária é o assentamento e o desenvolvimento de comunidades de plantas em habitats recentemente formados, inicialmente desprovidos de quaisquer plantas - dunas de areia, fluxos de lava, rochas varridas pela erosão, deslizamentos ou áreas expostas por glaciares retrocedentes. A regeneração da comunidade após uma perturbação é chamada de sucessão secundária. A distinção entre as duas não é bem definida, porque as perturbações variam na intensidade com a qual destroem uma comunidade. Um tornado que varre uma grande área de floresta normalmente deixa intacta a reserva de nutrientes do solo, as sementes e as raízes brotáveis, e assim a sucessão prossegue rapidamente. Por outro lado, um incêndio

severo pode queimar através das camadas orgânicas do solo, destruindo centenas de milhares de anos de desenvolvimento da comunidade (RICKLEFS, 2003).

Desta forma, as pesquisas que procuram entender os mecanismos da sucessão ecológica no processo de recuperação de áreas degradadas são fundamentais para a realização de intervenções adequadas e com os menores custos possíveis. A estocagem do rejeito de bauxita constitui a formação de um novo habitat, cujo substrato estéril, se abandonado, seria lentamente colonizado segundo o modelo de sucessão primária. Em função das características físicas e químicas do rejeito, esse processo poderia levar muitos anos até que uma comunidade vegetal de porte arbóreo conseguisse se estabelecer. Os reflorestamentos, principalmente quando feitos com espécies fixadoras de nitrogênio, podem servir como catalisadores da sucessão ecológica nas áreas degradadas (PARROTA *et al.* 1997; CAMPELLO, 1999). Essa aceleração da sucessão ocorre principalmente porque a restauração da cobertura vegetal facilita a recolonização da flora através de melhorias na fertilidade, temperatura e umidade do solo, no microclima do sub-bosque, na supressão de gramíneas e na formação de hábitat para a fauna dispersora de sementes (PARROTA, 1995; PARROTA *et al.*, 1997; TUCKER & MURPHY, 1997, WUNDERLE JR, 1997).

Alguns problemas encontrados em projetos de recuperação são pressupor que com a recomposição do componente vegetal, invariavelmente, a vida animal reaparece de maneira espontânea. Isto só será verdadeiro se houver condições adequadas para o restabelecimento da vida silvestre, o que inclui adequada fonte colonizadora (áreas naturais de onde possam surgir os animais) e recursos alimentares suficientes (JORDAN III *et al.*, 1988). Em contrapartida, a ausência de vida silvestre na área recuperada pode comprometer a sustentabilidade da restauração, uma vez que os animais são dependentes uns dos outros e sua associação tem influência direta em diversos processos ecológicos importantes na perpetuação do ecossistema, como dispersão, polinização, predação etc. (MONTALVO *et al.*, 1997). Nas regiões tropicais a fauna, principalmente aves e morcegos, (PARROTA *et al.* 1997) é reconhecidamente importante na dispersão de propágulos, processo essencial na sucessão ecológica e na restauração da biodiversidade (PARROTA, 1993; TUCKER & MURPHY, 1997).

#### **2.4. Avaliação e Monitoramento de Áreas Recuperadas**

A avaliação e monitoramento das áreas já recuperadas são fundamentais para o aprimoramento das metodologias empregadas na recuperação. No Brasil, são poucos os trabalhos que tratam da avaliação do sucesso dos reflorestamentos e da eficiência das técnicas utilizadas até então (SOUZA, 2000).

JACKSON *et al.* (1995) sugerem alguns critérios para avaliar o sucesso da restauração, como a cobertura, a presença e distribuição de espécies de plantas, a habilidade de resposta da vegetação a distúrbios e flutuações climáticas, o uso da área por determinadas espécies de animais, a condição do solo e sua colonização por invertebrados, fungos e bactérias, a ciclagem de nutrientes e o regime hidrológico. As taxas de decomposição também podem ser úteis como indicadores do estágio da recuperação (EHRENFELD & TOTH 1997). As formigas têm sido utilizadas por alguns autores como indicadoras na avaliação de projetos de recuperação e podem ser uma valiosa indicação de sustentabilidade, em virtude de sua associação aos processos ecológicos importantes na dinâmica dos ecossistemas, como por exemplo, a dispersão de sementes (ANDERSEN & MORRISON, 1998).

Tendo em vista que as plantas constituem a base dos projetos de recuperação (GILPIN, 1987; YOUNG, 2000) a grande maioria dos parâmetros que vêm sendo

utilizados nas avaliações das áreas recuperadas são relativos à vegetação. As medidas mais comumente utilizadas referem-se à estrutura e composição tanto do estrato arbóreo (área basal, altura, densidade, número de espécies e densidade de copa) quanto ao sub-bosque (densidade e número de espécies estabelecidas através da regeneração natural, além da densidade e número de espécies representantes de outras formas de vida, tais como arbustos, herbáceas e lianas (ALLEN, 1997; PARROTA & KNOWLES, 1999).

#### **2.4.1. Regeneração natural**

SANQUETA *et al.* (2006) definem regeneração natural como todos os descendentes das plantas arbóreas que se encontram entre 10 cm de altura até o limite de diâmetro pré-estabelecido no levantamento estrutural. A regeneração decorre da interação de processos naturais de restabelecimento do ecossistema florestal (GAMA *et al.*, 2002). É, portanto, parte do ciclo de crescimento da floresta e refere-se às fases iniciais de seu estabelecimento e desenvolvimento. O estudo da regeneração natural permite a realização de previsões sobre o comportamento e desenvolvimento futuro da floresta, pois fornece a relação e a quantidade de espécies que constitui o seu estoque, bem como suas dimensões e distribuição na área (CARVALHO, 1982). GÓMES-POMPA & WIECHERS (1976), afirmaram que tais informações são de grande importância para a recuperação de ecossistemas que sofrem alterações. Assim, regeneração natural tem sido avaliada por meio da frequência, densidade e categorias de tamanho (indivíduos são avaliados por classes de tamanho). Quanto maior for o indivíduo, maior também será sua possibilidade de se estabelecer na área (FINOL, 1971).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Área de Estudo**

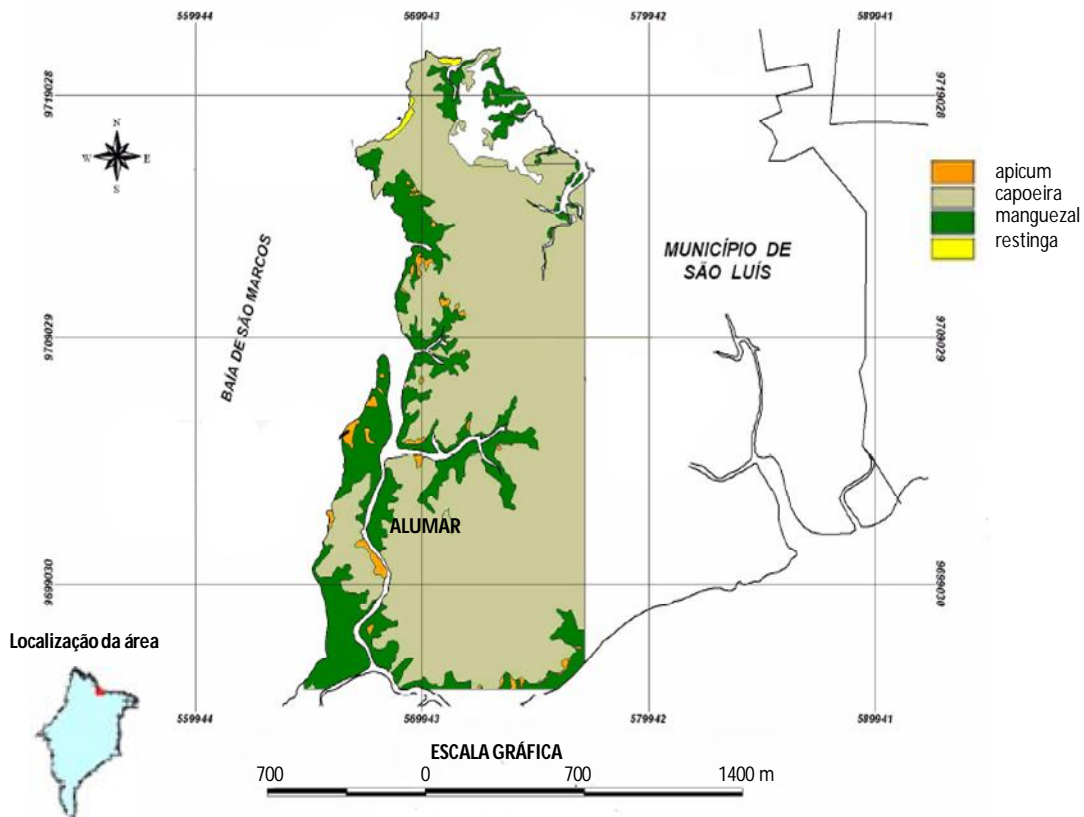
O estudo desenvolveu-se na área de deposição de rejeito de bauxita # 1 (ADRB#1), construída em 1984, desativada em 1991 e reflorestada em 1997. A ADRB#1 possui 21 ha e 2,6 milhões de m<sup>3</sup> de rejeito estocado (FORTES, 2000).

A ADRB#1 localiza-se no complexo industrial da ALUMAR (Consórcio de Alumínio de Maranhão), instalado a aproximadamente 18 km do perímetro urbano do município de São Luís, situado ao norte do estado do Maranhão, região nordeste do Brasil. O município está enquadrado pelas coordenadas geográficas 2° 24' 10" e 2° 46' 37" de latitude Sul e 44° 22' 39" e 44° 22' 39" de longitude Oeste, com área total de aproximadamente 827,141 km<sup>2</sup> (IBGE, 2007).

O clima da região, segundo a classificação de KOPPEN (1948), é do tipo AW, equatorial quente e úmido, com duas estações definidas: uma chuvosa durante os meses de janeiro a junho e uma estação seca, com déficit hídrico acentuado de julho a dezembro. A precipitação média anual é em torno de 2.000 mm e a temperatura média de 28° (NEMRH-UEMA, 2007).

Na ilha do Maranhão, as tipologias vegetais encontradas são os manguezais, restingas, babaçuais, floresta ombrófila densa, predominantemente secundária (capoeiras) e áreas brejosas (apicum) (NOVAES *et al.*, 2007). As fitofisionomias predominantes no entorno da área ocupada pelos depósitos de rejeito do refino de bauxita são as capoeiras e os manguezais. As capoeiras originam-se a partir da degradação antrópica da cobertura vegetal original, de características amazônicas. A

capoeira em associação com o babaçu (*Orbignia phalerata* Mart.), representa atualmente, o tipo de vegetação mais comum na ilha. É consenso entre a comunidade científica que os babaçuais são feições antrópicas, oriundas de atividades agrícolas baseada no método de queimadas (MARANHÃO, 1991). Os manguezais são as formações normalmente encontradas em ambientes salobros e acompanhando os cursos d'água em trechos sujeitos à influência das marés, bem como no interior de baías, enseadas, lagunas, estuários, igarapés e estreitos. A flora dos manguezais da área é constituída pelas espécies *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa*, *Corocarpus erectus* e *Acrostichum aurerim* (OLIVEIRA & REBELO, 1999). A figura 3 mostra a distribuição das fitofisionomias na parte ocidental da ilha do Maranhão e a figura 4 uma vista panorâmica da floresta secundária (capoeira) adjacente a ADRB#1.



**Figura 3.** Mapa de vegetação da parte ocidental da ilha do Maranhão com a localização da ALUMAR (adptado de NOVAES *et al.*, 2007).





**Figura 4.** Floresta secundária adjacente à ADRB#1, ALUMAR, São Luís, MA.

### **3.1.1. Recuperação da área 1 de deposição de rejeito (ADRB#1)**

Em 1991 a ADRB#1 foi desativada, deixando de receber resíduo. A partir de então, iniciaram-se as pesquisas para promover a recuperação da área, selecionando espécies arbóreas para o plantio, principalmente da família das leguminosas que formassem associações com bactérias fixadoras de nitrogênio (N<sub>2</sub>) e com fungos micorrízicos, e apresentassem tolerância aos níveis de salinidade e sodicidade do resíduo (FORTES, 2000).

Diversas tentativas de estabelecer espécies arbóreas diretamente sobre o rejeito foram realizadas e não obtiveram sucesso. A solução encontrada pelos pesquisadores foi a utilização de outro resíduo da indústria, a cinza do carvão mineral utilizado para gerar parte da energia necessária no processamento da alumina. Portanto, uma camada de cinza com aproximadamente 45 cm de espessura foi distribuída sobre o rejeito de bauxita. A cobertura de cinzas atendeu as necessidades de alguns nutrientes (Ca, Mg, K, Fe, Mo) para o estabelecimento das espécies e também favoreceu o processo de lixiviação do sódio, além de diminuir o contato das mudas com a alta sodicidade do rejeito, em sua fase de estabelecimento (FORTES, 2000).

Em janeiro de 1997, foram coletadas amostras do rejeito para sua caracterização física, química e mineralógica (Tabela 1). Após ampla pesquisa, foram escolhidas 5 leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio, *Acacia mangium* Willd., *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth., *Mimosa acutistipula* (Mart.) Benth., *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. e *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, e uma não fixadora *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. var. *ferrea* para serem avaliadas em parcelas experimentais, sendo observados o desenvolvimento, acumulação, concentração de nutrientes e metais na fitomassa aérea e a capacidade das espécies em aprofundar o sistema radicular no rejeito alcalino da bauxita. Além delas, foram utilizadas no restante da área algumas outras espécies de leguminosas e de outras famílias visando aumentar a diversidade e complexidade da floresta implantada (FORTES, 2000).

**Tabela 1.** Caracterização física, química e mineralógica do rejeito do refino de bauxita da ADRB#1, ALUMAR, São Luís, MA (FORTES, 2000).

Física		Química		
<b>Composição granulométrica</b>		Análise para fins de fertilidade		
	(%)	pH em		
Areia grossa	6	água (1:2,5)		10,20
Areia fina	6	Carbono	g kg <sup>-1</sup>	0,70
Silte	42	Nitrogênio	g kg <sup>-1</sup>	0,11
Argila	46	H <sup>+</sup> + Al	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	0,00
Grau de floculação	0	Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup>	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	0,30
		K <sup>+</sup>	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	0,07
		Na <sup>+</sup>	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	49,14
<b>Mineralogia</b>				
Hematita, goethita, astásio, bohemita, indícios de gibsita e sodalita		P	mg kg <sup>-1</sup>	01
			cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	
		Na solúvel em água	<sup>1</sup>	4,53
<b>Análise total</b>	<b>(%)</b>	PST (%)		99,25
SiO <sub>2</sub>	11,68	CE (dS m <sup>-1</sup> )		5,70
TiO <sub>2</sub>	3,36			
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,1			
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	34			

O plantio no campo foi na forma de mudas inoculadas com estirpes eficientes de rizóbio e com fungos micorrízicos (mistura de *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*) e uma mistura de solo da rizosfera e raízes de *Brachiaria humidicola*, coletadas na região do experimento. O plantio foi realizado em berços com dimensões de 20 cm x 20 cm x 20 cm, adubadas com 100 g de rocha fosfática, 50 g de cloreto de potássio e 10 g de FTE (12 % de Zn, 1,6% de Cu, 4 % de Mn e 1,8 % de B). O espaçamento médio utilizado entre plantas foi de 2 m x 2 m, ou seja, uma densidade de plantio de 2.500 plantas.ha<sup>-1</sup>(FORTES, 2000).

A revegetação com espécies de rápido crescimento e alta capacidade de produção de serapilheira, acompanhado do uso de irrigação na estação seca favoreceu a manutenção de um microclima capaz de evitar a elevação da temperatura no substrato e manter a umidade, com isso manteve um fluxo descendente de água no resíduo e evitando o movimento capilar ascendente de sódio em períodos secos, e desta forma acelerando o processo de dessalinização do rejeito. Aliado a isso, o processo de fixação biológica de nitrogênio associado às plantas, gera um desbalanço na absorção de cátions em relação a ânions, o que acarreta um excesso de prótons H<sup>+</sup> liberados na região do colo da planta, contribuindo para a diminuição do pH do substrato (CAMPELLO, 1998). Desta forma, com o substrato significativamente enriquecido com serapilheira, matéria orgânica, nutrientes e com grande diversidade de organismos do solo, níveis de salinidade e pH mais baixos (EMBRAPA, 2007), espera-se que espécies vegetais nativas mais exigentes comecem a colonizar área.

## 3.2. Método de Amostragem

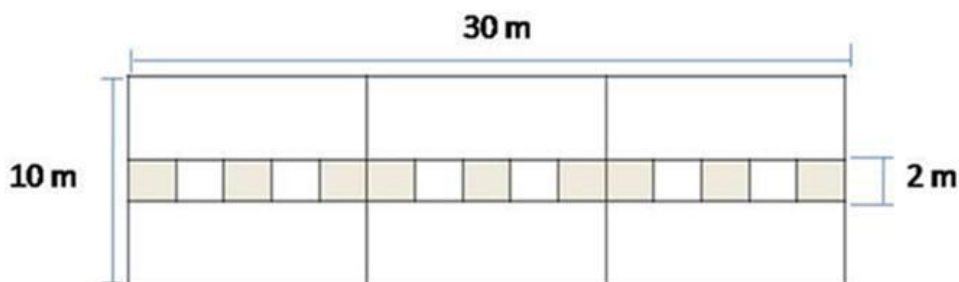
### 3.2.1. Estrato arbóreo

O levantamento fitossociológico do estrato arbóreo foi realizado utilizando-se o método de parcelas (MUELLER-DUMBOIS & ELLENBERG, 1974). Foram distribuídas de forma sistemática 9 parcelas de 300 m<sup>2</sup> (30 m x 10 m) pela ADRB#1, totalizando uma área amostrada de 2.700 m<sup>2</sup>. Todos os indivíduos com diâmetro à altura do peito (DAP), ou seja, a altura 1,3 m do solo, maior do que 5 cm, foram identificados, tiveram o DAP medido com fita métrica e a altura estimada.

### 3.2.2. Regeneração natural

Para este estudo a regeneração natural foi dividida em dois estratos de tamanho: estrato 1- indivíduos com altura maior que 10 cm e menor que 1 m altura e estrato 2- indivíduos com altura superior a 1 metro e diâmetro à altura do peito (DAP) medido a 1,3 m do solo menor que 5 cm.

No centro de cada parcela de 30 m x 10 m foi instalado um transecto de 30 m x 2 m (60 m<sup>2</sup>) onde foram contados e identificados os representantes do estrato 2. No interior de cada transecto foram delimitadas 9 parcelas de 4 m<sup>2</sup> (2 m x 2 m) onde foram contados e identificados todos os indivíduos do estrato 1. Nos nove pontos amostrados no interior da ADRB#1 foram demarcadas 81 parcelas de 4 m<sup>2</sup>. A figura 5 mostra o desenho esquemático das unidades amostrais utilizados para avaliação do estrato arbóreo e da regeneração.



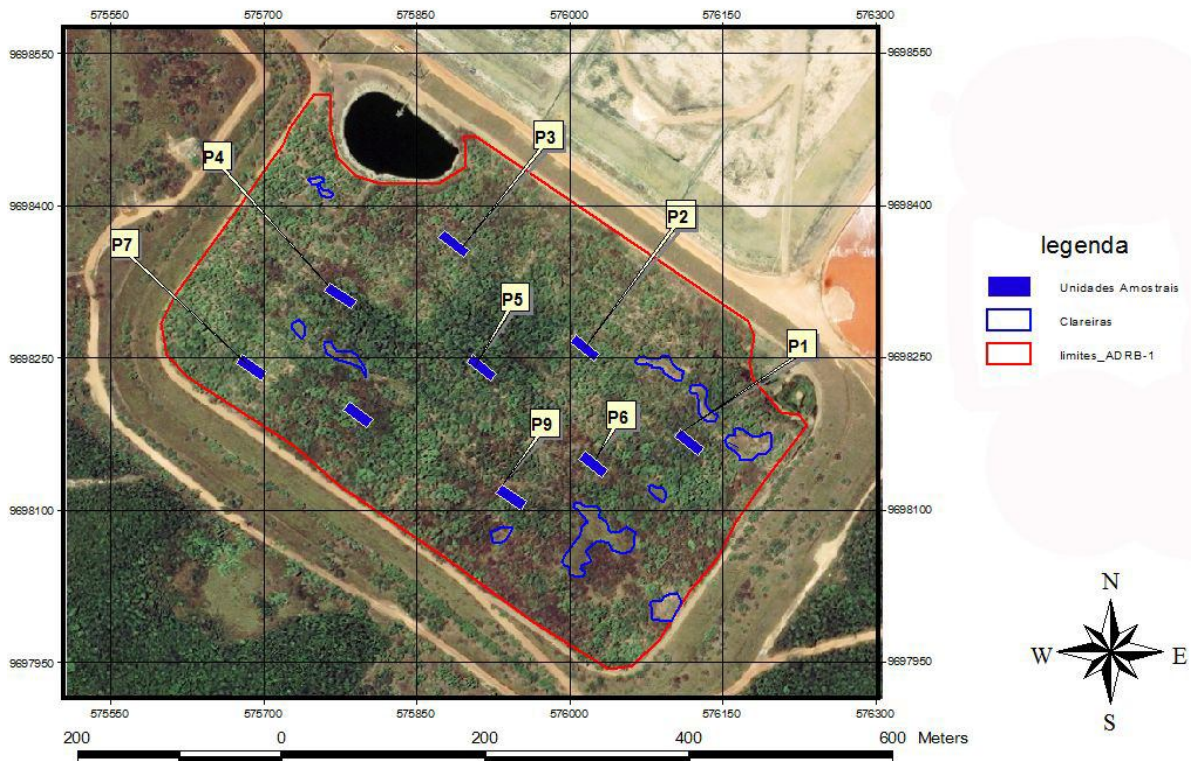
**Figura 5.** Desenho esquemático das unidades amostrais utilizadas. Os quadrados hachurados representam as parcelas de 4 m<sup>2</sup> (2 m x 2 m).

### 3.2.3. Alocação das unidades amostrais

A alocação das unidades amostrais foi planejada sobre uma imagem georeferenciada com resolução espacial de 1 m (comprimento da aresta do pixel) do satélite Ikonos-II, obtida em 2005. A orientação dentro do reflorestamento foi realizada com auxílio de um GPS de navegação com precisão média de 12 m e de uma bússola magnética. Sobre a imagem foram demarcados 3 transectos com azimute de 320<sup>0</sup>, paralelamente ao eixo maior da ADRB#1, direção que as unidades amostrais foram instaladas. A figura 6 apresenta a distribuição delas na ADRB#1. Através desta imagem

foi calculada área efetiva da ADRB#1 com vegetação, excluindo a área das clareiras mais significativas, o lago existente na porção noroeste e o mirante na porção nordeste. A área mapeada sem o mirante e o lago foi de 19 ha e a área das clareiras mais significativas foi de 0,543 ha. Desta forma, a ADRB#1 de 21 ha possui uma área efetiva com árvores de aproximadamente 18,5 ha.

## ADRB-1, ALUMAR, SÃO LUÍS-MA



**Figura 6.** Distribuição das unidades amostrais e clareiras na ADRB#1 da ALUMAR, São Luís, MA.

### 3.3. Análise Fitossociológica - Estrato Arbóreo

O processamento dos dados privilegiou a identificação botânica das espécies e caracterização da estrutura horizontal e vertical da comunidade. Os parâmetros quantitativos utilizados estão apresentados a seguir. As fórmulas utilizadas foram descritas por WHITTAKER (1972), MÜLLER-DOMBOIS & ELLEMBERG (1974), PIELOU (1975), (DA SILVA SYLVESTRE & DA ROSA, 2002), e outros.

#### 3.3.1. Estrutura horizontal

Diz respeito à distribuição espacial de todas as espécies arbóreas que compõem a população, sendo feita na forma de parâmetros como densidade, dominância e frequência.

### 3.3.1.1. Densidade (DA)

É o número de indivíduos de cada espécie na composição florística da floresta. Mede a participação das diferentes espécies dentro da associação vegetal, propiciando a análise do comportamento de cada espécie na comunidade. Permite comparações diretas de diferentes áreas e espécies.

$$DA_i = \frac{\text{n}^\circ \text{ de indivíduos da espécie } i}{\text{área amostrada, em hectares}}$$

A densidade relativa (DA<sub>r</sub>) é o valor percentual da razão entre a densidade absoluta de cada espécie e a soma de todas as densidades

### 3.3.1.2. Dominância (DO)

É definida como a medida da projeção da planta no solo. O grau de dominância dá idéia da influência que cada espécie exerce sobre as demais, uma vez que grupos de plantas com dominância relativamente alta, provavelmente, são as espécies melhores adaptadas as condições ambientais do habitat. Assim, uma espécie vegetal dominante dentro de uma floresta é aquela que contribui com maior cobertura de área basal para a comunidade. Embora definida originalmente como a projeção total da copa por espécie e por unidade de área, utiliza-se a área basal por existir estreita correlação entre ambas e por apresentar maior facilidade na obtenção de dados.

$$DO_i = \frac{\text{área basal (G) de cada espécie } i}{\text{área amostrada, em hectare}} \quad G = \frac{\pi \cdot DAP^2}{40000}, \text{ DAP em cm}$$

A dominância relativa (DO<sub>r</sub>) é o valor percentual da razão entre a dominância absoluta de cada espécie e o somatório de todas as dominâncias.

### 3.3.1.3. Frequência (FA)

Mede a distribuição de cada espécie, em termos percentuais, sobre a área. É relacionado com a uniformidade de distribuição das espécies, caracterizando a ocorrência das mesmas dentro das parcelas do levantamento. Da idéia do grau de uniformidade de distribuição da vegetação, só podendo ser comparadas quando as amostras são do mesmo tamanho.

$$FA_i = \frac{\text{n}^\circ \text{ de unidades amostrais em que a espécie está presente}}{\text{n}^\circ \text{ total de unidades amostrais}} \times 100$$

A frequência relativa (FA<sub>r</sub>) é o valor percentual da razão entre frequência absoluta de cada espécie e o somatório de todas as frequências.

### 3.3.1.4. Índice valor de importância (IVI)

Refere-se à contribuição relativa de uma dada espécie para a comunidade vegetal, como um todo. De acordo com LAMPRECHT (1964) os dados estruturais (densidade, dominância e frequência) revelam aspectos essenciais da composição florística, mas são enfoques parciais, que isolados não dão a informação requerida sobre

a estrutura florística. A integração destes parâmetros em uma única expressão permite uma visão mais ampla da estrutura das espécies, caracterizando sua importância na floresta.

O índice de valor de importância (IVI) para cada espécie é obtido pela soma dos valores relativos de densidade, dominância e frequência.

$$IVI = DAr + DOr + Fr$$

### 3.3.1.5. Índice valor de cobertura (IVC)

O índice valor de cobertura (IVC) é a soma dos valores relativos da densidade e da dominância para a espécie ou família considerada

$$IVC = DAr + Dor$$

### 3.3.1.6. Médias dos diâmetros

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}$$

onde:  $d_i$  = diâmetro medido das árvores presentes nas parcelas e  $n$  = número total de árvores amostradas.

## 3.3.2. Estrutura vertical

A análise da estrutura vertical foi proposta por FINOL (1971), considerando dois novos parâmetros: posição sociológica e regeneração natural.

### 3.3.2.1. Posição sociológica

A estrutura sociológica ou a expansão vertical das espécies fornece informações sobre a composição florística dos diferentes estratos da floresta no sentido vertical e do papel desempenhado pelas diferentes espécies em cada um deles (LAMPRECHT, 1964).

Com o objetivo de se obter a estimativa das posições sociológicas das espécies arbóreas em determinado estudo, LONGHI (1980) e outros autores sugeriram a subdivisão da floresta em três estratos de altura, ou seja, estrato inferior, médio e superior.

FINOL (1971) considerou as posições sociológicas absolutas e relativas. A posição sociológica absoluta ( $VF_{ij}$ ) é a soma dos valores fitossociológicos por espécie, em cada estrato. É obtida pelo percentual do número de indivíduos arbóreos de cada estrato em relação ao número total de indivíduos de todas as espécies nos diferentes estratos. Para obter a posição sociológica absoluta e relativa, é necessário calcular o valor fitossociológico simplificado para cada estrato.

A posição sociológica relativa expressa o valor da posição sociológica para cada espécie, dado em percentagem do total dos valores absolutos. Assim, quanto mais regular for a distribuição dos indivíduos de uma espécie na estrutura vertical de uma floresta, tanto maior será seu valor na posição relativa. Ocorre neste caso uma

diminuição gradual do número de indivíduos à medida que se sobe do estrato inferior para o superior.

Fórmulas utilizadas na estrutura vertical

$$V_{fi} = \left( \frac{n_{i1}}{N} \right) \times 100$$

$$PSA_i = \sum_{i=1}^m (V_{fi} \times n_{i1})$$

$$PSR_i = \left[ PSA_i / \left( \sum_{i=1}^p PSA_i \right) \times 100 \right]$$

onde:  $PSA_i$  = posição sociológica absoluta,  $PSR_i$  = posição sociológica relativa,  $V_{fi}$  = valor fitossociológico do  $i$ -ésimo estrato de altura, para  $1=1, \dots, m$ -estrato, para a  $i$ -ésima espécie;  $n_{i1}$  = número de indivíduos da  $i$ -ésima espécie, no  $i$ -ésimo estrato de altura;  $N$  = número total de indivíduos amostrados;  $m$  = número de estratos amostrados;  $p$  = número de espécies.

### 3.3.2.2. Critérios de estratificação vertical:

- Estrato inferior: árvores com  $h_j < (h - 1s)$
- Estrato intermediário: árvores com  $(h - 1s) \leq h_j < (h + 1s)$
- Estrato superior: árvores com  $h_f \geq (h + 1s)$

onde:  $h$  = média das alturas dos indivíduos amostrados;  $s$  = desvio padrão das alturas totais;  $h_j$  = altura total da  $j$ -ésima árvore individual.

### 3.3.2.3. Média das Alturas

$$\bar{h} = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{n}$$

onde:  $h_i$  = altura estimada das árvores presentes nas parcelas e  $n$  = número total de árvores amostradas.

### 3.3.3. Valor de importância ampliado

O valor de importância ampliado integra parâmetros da estrutura horizontal com a estrutura vertical permite uma melhor caracterização da distribuição de cada espécie na comunidade.

$$VIa = Dr + Dor + PSR$$

onde:  $DR$  = Densidade relativa;  $DOR$  = Dominância relativa e  $PSR$  = Posição sociológica relativa



### 3.3.4. Diversidade florística

A diversidade é o parâmetro que expressa a heterogeneidade florística através do número de espécies e sua abundância relativa, e pode ser expressada pelo Índice de Shannon-Weaver ( $H'$ ). Este índice fornece uma boa indicação da diversidade de espécies e pode ser utilizado para comparar florestas em diferentes locais.

$$H' = -\sum (p_i / N) \ln (p_i / N)$$

onde:  $N$  = número total de indivíduos amostrados de todas as espécies;  $p_i$  = número de indivíduos amostrados da espécie  $i$ ;  $s$  = número total de espécies amostradas;  $\ln$  = logaritmo neperiano.

Outro índice comumente utilizado em levantamentos fitossociológicos é o índice de equabilidade ( $J$ ) de acordo com PIELOU (1975).

$$J = H' / H_{\max}$$

Onde:  $J$  = índice de equabilidade

$H'$  = índice de diversidade Shannon-Weaver;

$H_{\max} = \ln S$ ;

$S$  = número de espécies;

### 3.4. Análise Fitossociológica - Regeneração Natural

Foram calculados os mesmos parâmetros fitossociológicos utilizados para o estrato arbóreo, com exceção da dominância por não serem tomadas medidas da área basal das plântulas e das espécies herbáceas. Portanto, o IVI foi calculado somando os valores relativos de densidade e frequência. O conjunto de fórmulas utilizado foi o mesmo apresentado para o estrato arbóreo.

#### 3.4.1. Potencial de regeneração

Para avaliar o potencial da regeneração na formação da composição florística local da comunidade de árvores, estimou-se o grau de similaridade florística entre a comunidade local de plântulas e a de árvores ( $DAP > 5$  cm), através do coeficiente de similaridade de Sorensen,  $SSor = 2c/(a+b)$ , onde  $a$  e  $b$  representam o número de espécies nas comunidades A e B, respectivamente, e  $c$ , o número de espécies em comum entre A e B (GREIG-SMITH, 1983). Para realizar essas comparações, foram utilizados dados de presença-ausência das espécies amostradas no presente estudo. Neste caso, a regeneração foi considerada como um único estrato, considerando apenas as plântulas das espécies arbóreas.

### 3.5. Identificação Botânica

A identificação das espécies foi realizada em campo e quando necessário em laboratório, com base em bibliografia específica. O material botânico das espécies mais significativas foi coletado para posterior comparação nas coleções históricas depositadas no herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Foram documentadas através de fotografias, as espécies mais significativas e a fisionomia local.

A classificação das famílias botânicas foi baseada na proposta do Angiosperm Phylogeny Group II (LORENZI, 2000; APG II, 2003; SOUZA & LORENZI, 2005).

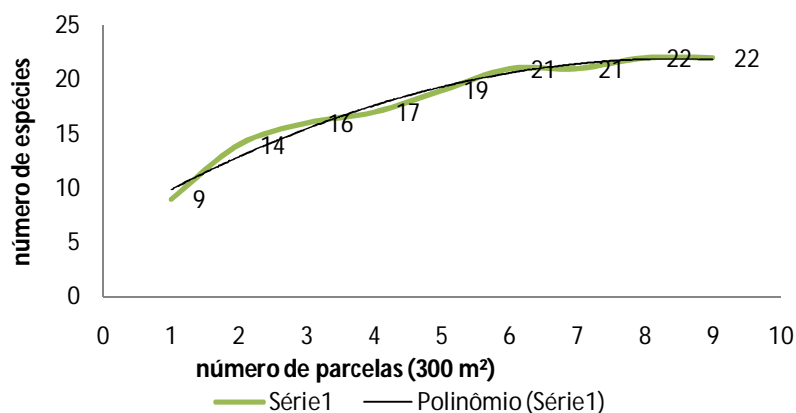


### 3.6. Suficiência Amostral – Estrato Arbóreo

A suficiência amostral foi verificada por meio da tendência de estabilização da curva espécie-área (Figura 7), onde se espera um grande esforço amostral para se encontrar uma espécie nova.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Suficiência Amostral



**Figura 7.** Curva espécie x área para o estrato arbóreo da ADRB#1, ALUMAR, São Luís, MA, onde a série 1 representa a curva encontrada e o polinômio a curva esperada.

Pode-se observar que a curva encontrada possui tendência a estabilização, o que indica a suficiência da amostragem para a composição florística da ADRB#1.

### 4.2. Estrutura Horizontal - Estrato Arbóreo

Nas 9 unidades amostrais foram amostrados 289 indivíduos totalizando 419 fustes (389 vivos e 30 mortos em pé). Os indivíduos estão distribuídos em 7 famílias, 19 gêneros e 22 espécies das quais 19 foram identificadas até o nível taxonômico de espécie e 2 apenas até gênero.

O índice de diversidade de Shannon-Weaver ( $H'$ ) foi de 2,56 e o índice de equabilidade ( $J$ ) foi de 0,82, aos 10 anos e 7 meses de idade. Os índices foram compatíveis com outros reflorestamentos mistos. SOUZA (2000) estudando 3 áreas de florestas formadas a partir de plantios mistos com espécies nativas, no interior de São Paulo com 12, 11 e 7 anos após o plantio, encontrou índices de diversidade Shannon-Weaver ( $H'$ ) e equabilidade ( $J$ ) de 3,03/0,84, 2,45/0,71 e 2,18/0,66, respectivamente. MUNIZ *et al.* (1994) encontraram para levantamentos realizados em remanescentes da floresta original de características amazônicas na Reserva Florestal do Sacavém em São Luís, valores de 4,2 indicando que as florestas naturais da região são altamente diversas. A listagem florística encontrada no trabalho de MUNIZ *et al.* (1994) é apresentada na tabela 2 do anexo e pode ser utilizada como referencial da flora regional, indicando

algumas das espécies que se espera encontrar na área com o desenvolver da sucessão ecológica e restauração da área.

A densidade absoluta (DA) foi de 1.197 indivíduos/ha, considerando a densidade de plantio de 2.500 plantas/ha cerca de 48 % das mudas plantadas se estabeleceram, um aproveitamento satisfatório quando levado em conta as condições adversas do substrato. A dominância absoluta (DO) foi de 21,35 m<sup>2</sup>/ha, a média dos diâmetros 11,7 cm e das alturas 7,5 m com desvio padrão de 6,1 cm e 2,5 m, respectivamente. A maior altura estimada foi 16 m para uma *Acacia mangium*.

Dentre as famílias, Leguminosae foi a mais importante. Considerando as três sub-famílias (Caesalpinioideae, Mimosoideae e Papilionoideae), foram amostrados 206 indivíduos distribuídos em 14 espécies em 11 gêneros, com um IVI de 163,3 (54,65 % do total) e IVC de 136,4 (68,2% do total). A segunda família mais importante foi Bignoniaceae, representada por apenas uma espécie (*Tabebuia impetiginosa*), com 48 indivíduos, obteve um IVI de 61,4 (24,5 % do total) e IVC de 37,2 (18,6 %). Essas duas famílias predominam na área, somando juntas 74% do IVI e 86,8 do IVC. Isto se deve ao projeto de recuperação da área que priorizou a utilização de espécies rústicas capazes de crescer sob as condições de alta salinidade e sodicidade do resíduo, em especial as leguminosas por possuírem, em sua maioria, associações com fungos micorrízicos e bactérias diazotróficas fixadoras de nitrogênio, transformando o nitrogênio do ar, em compostos nitrogenados assimiláveis pelos vegetais, podendo tornar a planta parcial ou totalmente independente do aporte externo desse nutriente (SIQUEIRA & FRANCO, 1988).

A terceira família mais importante foi Urticaceae com 1 espécie (*Cecropia* aff. *pachystachya*) com 22 indivíduos, com um IVI de 30,2 (10,1 % do total) e IVC de 13,9 (6,9% do total).

Dentre as espécies, a mais representativa foi *Tabebuia impetiginosa* que apresentou densidade relativa (DAR) de 14,86 %. A frequência absoluta (FA) foi de 89%, o que significa que a espécie ocorreu em 89 % das unidades amostrais mensuradas. A dominância relativa (DOR) foi de 19,4 %, ou seja, a espécie contribui com 19,4 % da área basal total/ha do componente arbóreo. O índice valor de importância (IVI) que é constituído pelo somatório dos valores de densidade, dominância e frequência relativas foi o maior da comunidade com 43,9 (14,65 % do total). O índice valor de cobertura (IVC) também foi o maior valor da comunidade com 33,4 (17,5 % do total). A média das alturas foi de 8 m, sendo 12 m a máxima e 3 m a altura mínima.

A segunda espécie mais representativa na área foi a *Acacia mangium*, com DAR de 9,3 % , DOR de 19,7 % e FA de 88,9 %, estes valores proporcionaram à espécie o segundo maior IVI com 38,62 (12,9 % do total). O IVC foi de 29 (14,5 % do total). A *Acacia mangium* apresentou uma DOR maior que *Tabebuia impetiginosa*, mesmo tendo uma DAR menor, ou seja, um menor número de indivíduos amostrados. Isto se deve ao maior diâmetro das árvores que pode ser observado pela maior média dos diâmetros ( $\bar{d}$ ), cujo valor calculado foi de 18,8 cm, já *Tabebuia impetiginosa* apresentou 14,3 cm. A média das alturas da *A. mangium* foi de 10 m.

Na seqüência, a espécie mais representativa foi *Cecropia* aff. *pachystachya* com 7,62 % do IVI e 7,22 % do valor total IVC. Trata-se de uma espécie espontânea na área, sendo a única amostrada no estrato arbóreo que não foi plantada no projeto de recuperação da ADRB#1. É uma espécie pioneira, dispersa principalmente por morcegos, atrativa de fauna (LORENZI, 2000), que pode auxiliar na aceleração da sucessão natural. As espécies do gênero *Cecropia* têm sido consideradas facilitadoras da sucessão, não somente pelos seus frutos, mas também em função de sua arquitetura de

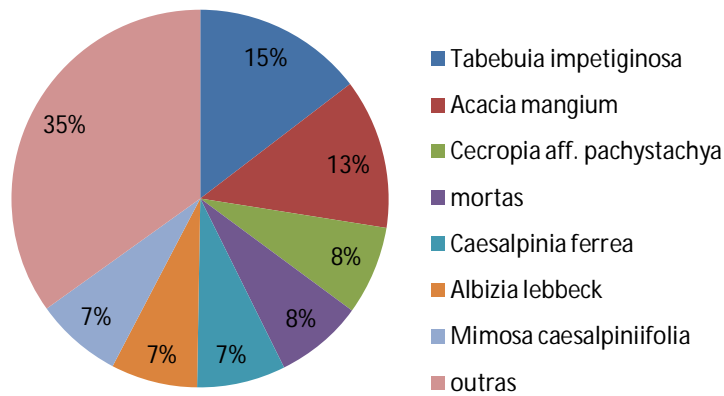
copa que funciona como poleiros para morcegos e aves, importantes dispersores de propágulos (ALEXANDRA PIRES, 2008, comunicação pessoal). Portanto, deve ser estudada para compor a lista de espécies potenciais para a recomposição de outras áreas de deposição de resíduo de bauxita. As árvores mortas em pé somaram o quarto maior índice valor de importância com 25 indivíduos (7,7% do total), 7,6 % do IVI e 7,8 % do IVC. Em seguida, *Caesalpinia ferrea*. var. *ferrea* com 7,6 % do IVI e 7,2 % do IVC. Os parâmetros fitossociológicos para as famílias são apresentados na tabela 2, a tabela 3 apresenta os parâmetros fitossociológicos da estrutura horizontal para as espécies inventariadas e a figura 8 a distribuição percentual do IVI.

**Tabela 2.** Parâmetros fitossociológicos para as famílias inventariadas, não incluídos os indivíduos mortos em pé, ADRB#1, ALUMAR, São Luís, MA.

N	Famílias	Número	Número	Densidade	Densidade	Área basal	Dominância	Dominância	Frequência	Frequência	IVI	IVC
		de indivíduos	de parcelas	Absoluta n/ha	relativa %	total (G) m <sup>2</sup>	absoluta m <sup>2</sup> /ha	relativa %	absoluta %	relativa %		
1	Leguminosae	206	9	763,0	69,13	3,5680	13,2149	67,3	100,00	27,27	163,67	136,40
2	Bignoniaceae	48	8	177,8	16,11	1,1189	4,1440	21,1	88,89	24,24	61,45	37,20
3	Urticaceae	22	7	81,5	7,38	0,4390	1,6259	8,3	77,78	21,21	36,87	15,66
4	Sapindaceae	12	5	44,4	4,03	0,0832	0,3083	1,6	55,56	15,15	20,75	5,60
5	Anacardiaceae	2	2	7,4	0,67	0,0059	0,0219	0,1	22,22	6,06	6,84	0,78
6	Malvaceae	5	1	18,5	1,68	0,0754	0,2792	1,4	11,11	3,03	6,13	3,10
7	Myrtaceae	3	1	11,1	1,01	0,0135	0,0500	0,3	11,11	3,03	4,29	1,26
	<b>Total</b>	<b>298</b>		<b>1103,7</b>	<b>100</b>	<b>5,3039</b>	<b>19,6442</b>	<b>100</b>	<b>366,67</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>200</b>

**Tabela 3.** Parâmetros fitossociológicos para as espécies inventariadas em ordem decrescente de IVI, incluídos os indivíduos mortos em pé, ADRB#1, ALUMAR, São Luís, MA.

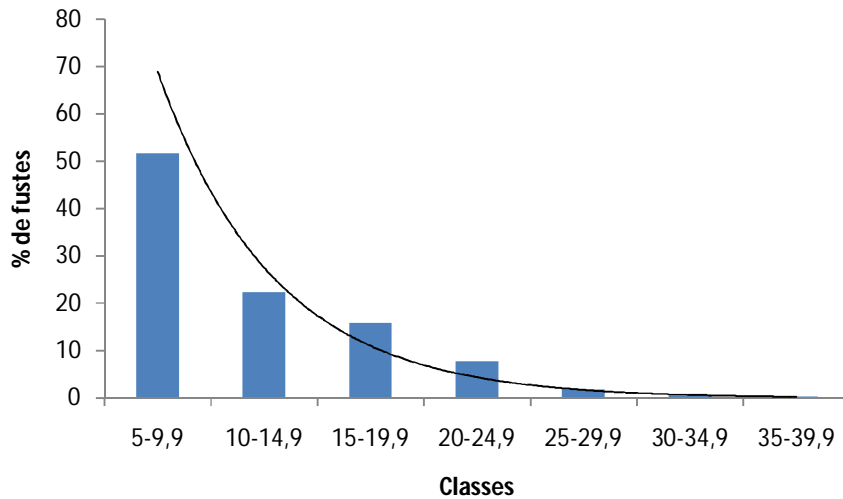
N	Espécie	Número	Número	Densidade	Densidade	Área basal	Dominância	Dominância	Frequência	Frequência	IVI	IVC
		de indivíduos	de parcelas	Absoluta n/ha	relativa %	total (G) m <sup>2</sup>	absoluta m <sup>2</sup> /ha	relativa %	absoluta %	relativa %		
1	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	48	8	177,8	14,9	1,11888	4,14400	19,44	88,9	9,6	43,9	34,3
2	<i>Acacia mangium</i>	30	8	111,1	9,3	1,13357	4,19840	19,69	88,9	9,6	38,6	29,0
3	<i>Cecropia aff. pachystachya</i>	22	7	81,5	6,8	0,43900	1,62593	7,63	77,8	8,4	22,9	14,4
4	<i>mortas</i>	25	6	92,6	7,7	0,45234	1,67534	7,86	66,7	7,2	22,8	15,6
5	<i>Caesalpinia ferrea</i>	34	7	125,9	10,5	0,22077	0,81768	3,84	77,8	8,4	22,8	14,4
6	<i>Albizia lebeck</i>	31	6	114,8	9,6	0,31889	1,18108	5,54	66,7	7,2	22,4	15,1
7	<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	32	7	118,5	9,9	0,22662	0,83933	3,94	77,8	8,4	22,3	13,8
8	<i>Mimosasa acutistipula</i>	16	6	59,3	5,0	0,23481	0,86968	4,08	66,7	7,2	16,3	9,0
9	<i>Leucaena leucocephala</i>	28	3	103,7	8,7	0,21597	0,79990	3,75	33,3	3,6	16,0	12,4
10	<i>Clitoria fairchildiana</i>	7	2	25,9	2,2	0,58238	2,15698	10,12	22,2	2,4	14,7	12,3
11	<i>Prosopis juliflora</i>	12	5	44,4	3,7	0,18028	0,66772	3,13	55,6	6,0	12,9	6,8
12	<i>Sapindus saponaria</i>	12	5	44,4	3,7	0,08323	0,30826	1,45	55,6	6,0	11,2	5,2
13	<i>Delonix regia</i>	8	2	29,6	2,5	0,35066	1,29873	6,09	22,2	2,4	11,0	8,6
14	<i>Albizia saman</i>	4	2	14,8	1,2	0,03963	0,14678	0,69	22,2	2,4	4,3	1,9
15	<i>Chorisia speciosa</i>	3	1	11,1	0,9	0,06797	0,25172	1,18	11,1	1,2	3,3	2,1
16	<i>Anadenanthera colubrina</i>	1	1	3,7	0,3	0,05482	0,20304	0,95	11,1	1,2	2,5	1,3
17	<i>Syzygium cumini</i>	3	1	11,1	0,9	0,01351	0,05005	0,23	11,1	1,2	2,4	1,2
18	<i>Sterculia sp.</i>	2	1	7,4	0,6	0,00742	0,02747	0,13	11,1	1,2	2,0	0,7
19	<i>Mimosa sp.</i>	1	1	3,7	0,3	0,00458	0,01698	0,08	11,1	1,2	1,6	0,4
20	<i>Mangifera indica</i>	1	1	3,7	0,3	0,00318	0,01179	0,06	11,1	1,2	1,6	0,4
21	<i>Anacardium occidentale</i>	1	1	3,7	0,3	0,00272	0,01009	0,05	11,1	1,2	1,6	0,4
22	<i>Cassia fistula</i>	1	1	3,7	0,3	0,00272	0,01009	0,05	11,1	1,2	1,6	0,4
23	<i>Inga laurina</i>	1	1	3,7	0,3	0,00230	0,00852	0,04	11,1	1,2	1,6	0,3
<b>Total Global</b>		<b>323</b>		1196,3	100	5,8	21,3	100	922,2	100	300	200



**Figura 8.** Distribuição percentual do IVI entre as espécies do estrato arbóreo da ADRB#1, ALUMAR, São Luís, MA.

#### 4.2.1. Distribuição diamétrica

A distribuição diamétrica indica em quais intervalos de classe de diâmetro (medido a 1,30m do solo) estão mais concentrados os indivíduos da população em questão, servindo como subsídio para diversas análises na comunidade como presença de perturbações, diagnóstico do estágio sucessional e até mesmo o potencial econômico da floresta. A figura 9 apresenta a representação gráfica desta distribuição.



**Figura 9.** Distribuição diamétrica para o estrato arbóreo da ADRB#1, ALUMAR, São Luís-MA, N=390 fustes.

A distribuição dos diâmetros se comportou da maneira esperada para áreas de reflorestamentos heterogêneos em estágios iniciais de sucessão, a forma de “J” invertido, com uma maior concentração dos indivíduos nas classes de menor diâmetro. O padrão de distribuição em “J” invertido é característico de florestas tropicais, onde a floresta está se

regenerando normalmente. Mudanças no padrão de distribuição dos diâmetros e da regeneração natural podem indicar distúrbios pretéritos ou recentes na floresta.

A distribuição diamétrica no caso dos reflorestamentos heterogêneos, apresenta este comportamento em função das espécies possuírem, em geral, taxas de crescimento diferenciadas. Para a ADRB#1 é relevante o fato do reflorestamento não ter sido implantado todo no mesmo momento. Cerca de 30% foi implantado antes de 1997 e o restante em fevereiro de 1997 (JORGE FORTES, 2008, comunicação pessoal). Os maiores diâmetros registrados são atribuídos principalmente à *Acacia mangium*, espécie pioneira fixadora de nitrogênio e de rápido crescimento. Entretanto, a *Acacia mangium* possui um ciclo de vida curto, tendendo a sair do sistema em poucos anos, como já vem ocorrendo na ADRB#1.

Dos 323 indivíduos amostrados, 25 indivíduos, estavam mortos em pé (8 %). Destes, 20 eram de *A. mangium* (72 %), a maioria com diâmetro e altura elevados quando comparados às outras espécies. Quando considera-se a mortalidade dentro da espécie, o valor passa para 37,5%. Essa alta mortalidade de indivíduos, uma vez que a espécie é a segunda mais importante na área, tende a trazer para a área um aumento significativo na radiação solar que chega ao estrato inferior da floresta. Este aumento na intensidade luminosa pode possibilitar uma proliferação acentuada de espécies invasoras, como já ocorre em algumas áreas com grande quantidade de capim-colonião (*Panicum maximum*) e *Borreria* sp. A dominância destas espécies herbáceas no sub-bosque traz uma série de consequências negativas para a sustentabilidade futura do reflorestamento. Além de competir com as plântulas das espécies arbóreas, inibindo seu estabelecimento, aumentam os riscos de incêndios.

### 4.3. Estrutura Vertical

#### 4.3.1. Estratificação vertical

Os indivíduos foram divididos em 3 estratos, inferior, intermediário e superior, sendo a média das alturas de 7,5 m e o desvio padrão de 2,5 m os estratos foram:

- Estrato inferior: árvores com altura < 5 m;
- Estrato médio: árvores com  $5 \leq \text{altura} \leq 10$  m;
- Estrato superior: árvores com altura  $\geq 10$  m;

A tabela 4 apresenta o número de fustes encontrados por estrato vertical.

**Tabela 4.** Número de fustes por estrato vertical para o estrato arbóreo da ADRB#1, ALUMAR, São Luís- MA.

estrato	número de fustes	%
Estrato inferior	37	8,83
Estrato médio	327	78,04
Estrato superior	55	13,13
<b>Total</b>	<b>419</b>	<b>100</b>

Verifica-se na tabela 4 que a maioria dos indivíduos ocupam o estrato médio (78 %) com a altura variando de 5 m a 10 m de altura.

A tabela 5 apresenta a distribuição dos fustes de cada espécie e dos indivíduos mortos em pé, nos estratos de altura. Poucas espécies apresentaram altura superior a 10 m, com destaque para a *A. mangium* com 15 indivíduos e *C. aff. pachystachya*.

**Tabela 5.** Distribuição dos fustes por espécie nos estratos de altura verticais para o estrato arbóreo da ADRB#1, ALUMAR, São Luís- MA.

Nome científico	Estrato			Total
	1	2	3	
<i>Acacia mangium</i>	1	21	15	37
<i>Albizia lebbek</i>	8	30	-	38
<i>Albizia saman</i>	1	3	-	4
<i>Anacardium occidentale</i>	-	1	-	1
<i>Anadenanthera colubrina</i>	-	-	1	1
<i>Caesalpinia ferrea</i>	6	34	1	41
<i>Cassia fistula</i>	-	1	-	1
<i>Cecropia aff. pachystachya</i>	-	11	11	22
<i>Chorisia speciosa</i>	-	2	1	3
<i>Clitoria fairchildiana</i>	1	23	4	28
<i>Delonix regia</i>	-	4	6	10
<i>Inga laurina</i>	1	-	-	1
<i>Leucaena leucocephala</i>	2	28	2	32
<i>Mangifera indica</i>	1	-	-	1
<i>Mimosa acutistipula</i>	2	22	2	26
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>	5	39	-	44
<i>Mimosa sp.</i>	-	1	-	1
<i>morta</i>	6	17	7	30
<i>Prosopis juliflora</i>	-	19	1	20
<i>Sapindus saponaria</i>	-	12	-	12
<i>Sterculia sp.</i>	-	2	-	2
<i>Syzygium cumini</i>	-	3	-	3
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	3	54	4	61
<b>Total geral</b>	<b>37</b>	<b>327</b>	<b>55</b>	<b>419</b>

#### 4.4. Valor de Importância Ampliado (VI ampliado)

Na tabela 6 são apresentados os valores da posição sociológica relativa (PSR<sub>i</sub>) e do valor de importância ampliado (Via), ordenados em ordem decrescente de Via. Segundo os valores calculados para o Via, as espécies mais representativas foram: *Tabebuia impetiginosa* (18,72 %) *Acacia mangium* (13,88 %). Estes valores foram compatíveis com o IVI da estrutura horizontal, que apontou as duas como as mais importantes. Isto indica que as espécies possivelmente foram plantadas em maiores proporções, ou se adaptaram melhor as condições do rejeito de bauxita tendo maior índice de sobrevivência e maior desenvolvimento em DAP e altura. Em seguida, as espécies mais importantes foram *Albizia lebbek* e *Caesalpinia ferrea* com 8,5 % e 8,3 %, respectivamente. Estas espécies estão na estrutura horizontal, em 5<sup>o</sup> e 6<sup>o</sup> lugares na ordem decrescente de IVI. Considerando suas expansões verticais, passaram para 3<sup>o</sup> e 4<sup>o</sup> na ordem de Via. Cabe ressaltar que a diferença de IVI e Via para essas espécies que sofreram alterações na ordem de importância são muito pequenas, desta forma, pode-se afirmar que as espécies tem importâncias relativas de mesma ordem na comunidade arbórea.

**Tabela 6.** Via (valor de importância ampliado) em ordem decrescente para as espécies amostradas no estrato arbóreo da ADRB#1, ALUMAR, São Luís- MA.

<b>Espécie</b>	<b>Dr</b>	<b>Dor</b>	<b>PSRi</b>	<b>Via</b>	<b>% Via</b>
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	14,9	19,44	21,87	56,17	18,72
<i>Acacia mangium</i>	9,3	19,69	12,65	41,63	13,88
<i>Albizia lebeck</i>	9,6	5,54	10,37	25,51	8,50
<i>Caesalpinia ferrea</i>	10,5	3,84	10,47	24,83	8,28
morta	7,7	7,86	6,36	21,96	7,32
<i>Cecropia aff. pachystachya</i>	6,8	7,63	5,95	20,38	6,79
<i>Leucaena leucocephala</i>	8,7	3,75	5,97	18,39	6,13
<i>Mimosa acutistipula</i>	9,9	3,94	3,84	17,69	5,90
<i>Clitoria fairchildiana</i>	2,2	10,12	4,48	16,76	5,59
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>	0,3	0,08	12,33	12,72	4,24
<i>Delonix regia</i>	2,5	6,09	1,63	10,20	3,40
<i>Prosopis juliflora</i>	3,7	3,13	2,60	9,44	3,15
<i>Mimosa sp.</i>	5,0	4,08	0,01	9,04	3,01
<i>Sapindus saponaria</i>	3,7	1,45	1,02	6,18	2,06
<i>Chorisia speciosa</i>	0,9	1,18	0,07	2,18	0,73
<i>Albizia saman</i>	1,2	0,69	0,13	2,05	0,68
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0,3	0,95	0,04	1,30	0,43
<i>Syzygium cumini</i>	0,9	0,23	0,06	1,23	0,41
<i>Sterculia sp.</i>	0,6	0,13	0,03	0,78	0,26
<i>Mangifera indica</i>	0,3	0,06	0,06	0,43	0,14
<i>Inga laurina</i>	0,3	0,04	0,06	0,41	0,14
<i>Anacardium occidentale</i>	0,3	0,05	0,01	0,36	0,12
<i>Cassia fistula</i>	0,3	0,05	0,01	0,36	0,12
<b>total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>100</b>

#### 4.5. Regeneração Natural

##### 4.5.1. Estrato 1

No interior de 81 parcelas foram identificados 1.472 indivíduos, distribuídos em 12 famílias, 19 gêneros e 20 espécies. Destas, 10 foram identificadas em nível de espécie, 5 até gênero, 4 até família e 1 não foi identificada.

A densidade média de plantas foi de 4,5 plantas por m<sup>2</sup>. Quando consideradas apenas as plântulas das espécies arbóreas a densidade foi de 7.531 indivíduos/ha ou 0,75 indivíduos/m<sup>2</sup>. A densidade de plântulas de espécies arbóreas nativas da região foi de 0,012 indivíduos/m<sup>2</sup> ou 1 indivíduo a cada 84 m<sup>2</sup>.

Do total de indivíduos, 1.209 (82, 13 %) possuem hábito herbáceo, distribuídos em 10 espécies, 19 (1,29 %) são lianas em 1 espécie e 244 (16,57 %) são plântulas de espécies arbóreas distribuídas em 9 espécies.

As 3 famílias mais importantes foram Poaceae, Rubiaceae e Bignoniaceae. Todas representadas por apenas uma espécie. A família mais rica foi Leguminosae com 7 espécies, das quais 5 são plântulas das espécies arbóreas implantadas na área em 1997, 1 é espécie



arbórea nativa, conhecida na região como mata-fome e a outra é uma espécie herbácea do gênero *Crotalaria* (guizo-de-cascavel), espontânea na área. A tabela 7 apresenta os parâmetros fitossociológicos para todas as famílias amostradas.

Dentre as espécies herbáceas, o capim-colonião (*Panicum maximum*) apresentou os maiores valores de densidade relativa (D<sub>Ar</sub>) com 55,16 %, ou seja, 812 dos 1.472 indivíduos amostrados. O grande número de indivíduos apresentados por esta espécie pode ser explicado pelo fato da planta formar touceiras, sendo difícil determinar o que representa 1 indivíduo. A frequência absoluta (FA) foi de 12,55 %, o que significa que a espécie ocorreu em 12,55% das parcelas amostradas (10 de 81). Embora a frequência tenha sido baixa, o alto número de indivíduos proporcionou a espécie um IVI (D<sub>Ar</sub> + F<sub>Ar</sub>) de 63,9 (31, 97 % do total), o maior do estrato 1. O capim-colonião esteve presente apenas nas parcelas alocadas no interior da U.A nº 3 e nº 7, áreas com o dossel mais aberto, ou seja, com maior chegada de luz ao sub-bosque, possibilitando a proliferação desta espécie no sub-bosque do reflorestamento. Conforme podem ser visualizadas na figura 4 ambas estão localizadas na extremidade NW (noroeste) da ADRB#1.

A segunda espécie mais importante foi uma planta herbácea do gênero *Borreria* (Rubiaceae). Ela foi a mais freqüente na área, ocorrendo em 33,4 % das parcelas amostradas (FA), a densidade relativa foi de 24 %, constituindo um IVI de 47,7 (23,8 % do total). A espécie foi encontrada com grande abundância nas clareiras e nas áreas com dossel mais aberto, principalmente na porção sudeste (SE) da ADRB#1.

A terceira espécie em IVI foi *Tabebuia impetiginosa*, sendo a espécie arbórea com maior número de indivíduos presentes na regeneração natural. O IVI foi de 27,7 (13,9 %), a densidade absoluta foi estimada em 4.629 indivíduos/ha, ou 0,46 indivíduos por m<sup>2</sup>, D<sub>Ar</sub> foi de 10,2 % e a FA de 24,7 %. Cabe destacar que o pau-d'arco-roxo é a espécie mais importante no estrato arbóreo, sendo a espécie que mais está contribuindo para o banco de plântulas da área. Foi verificada uma grande mortalidade de plântulas da espécie causada pelo ataque de insetos cortadores, possivelmente formigas, que, associadas com a seca exercem um controle sobre a regeneração de *Tabebuia impetiginosa*.

Na sequência a espécie que mais se destacou foi *Mimosa caesalpiniiifolia* que também possui forma de vida arbórea, sendo a terceira mais importante do estrato de plantas com mais de 5 cm. Os valores de densidade relativa (D<sub>Ar</sub>) e frequência absoluta (FA) foram, respectivamente, 2,7 % e 8,8 %. Os valores para as demais espécies encontram-se na tabela 8.

Os 244 indivíduos classificados como árvores jovens distribuíram-se em 4 famílias, 8 gêneros e 9 espécies. Deste total de plântulas apenas 4 (1,6 % dos indivíduos) são espécies originadas de propágulos da vegetação nativa dispersos pela fauna silvestre ou outros agentes dispersores de sementes. Com 2 indivíduos, *Pouteria oblanceolata*, conhecida em São Luís como tuturubá, é uma planta da família Sapotaceae cujos frutos são apreciados pela fauna. A outra espécie arbórea amostrada, também com 2 indivíduos é conhecida na região como mata-fome. Foi identificada apenas em nível de família devido a grande dificuldade de se identificar material jovem e estéril (sem flores e frutos), O mata-fome trata-se de uma Leguminosae da sub-família Papilionoideae. Sua síndrome de dispersão não pôde ser identificada com certeza, mas provavelmente trata-se de uma espécie zoocórica (dispersa por animais).

Fora das unidades amostrais foram encontrados alguns indivíduos de espécies arbóreas nativas crescendo no sub-bosque da ADRB#1, em densidades muito baixas, porém contribuindo para a riqueza florística da área, indicando que a sucessão ecológica na área ocorre lentamente. As espécies encontradas foram *Vismia* cf. *guianensis* (Clusiaceae), *Tabebuia chrysotricha* (Bignoniaceae), *Guapira opposita* (Nyctaginaceae), *Sapium glandulatum* (Euphorbiaceae), *Matayba* sp. (Sapindaceae), 2 espécies do gênero *Eugenia* (Myrtaceae), 2 espécies do gênero *Ouratea* (Ochnaceae), *Tabernaemontana* sp.

(Apocynaceae), 2 espécies indeterminadas, 1 espécie de *Solanum* sp. de hábito arbustivo. A tabela 1 do anexo apresenta a listagem das espécies encontradas na área.

**Tabela 7.** Parâmetros fitossociológicos para as famílias presentes no estrato 1 da regeneração natural (plantas com altura entre 10 cm e 1 m), ADRB#1, ALUMAR, São Luís, MA.

N	Espécie	Número	Número	Densidade	Densidade	Frequência	Frequência	I V I	% I V I
		de indivíduos	de parcelas	Absoluta n/ha	relativa %	absoluta %	relativa %		
1	Poaceae	812	10	25061,7	55,16	12,35	9,01	64,2	32,1
2	Rubiaceae	353	27	10895,1	23,98	33,33	24,32	48,3	24,2
3	Bignoniaceae	150	20	4629,6	10,19	24,69	18,02	28,2	14,1
4	Leguminosae	83	25	2561,7	5,64	30,86	22,52	28,2	14,1
5	Orchidaceae	20	9	617,3	1,36	11,11	8,11	9,5	4,7
6	Asteraceae	19	4	586,4	1,29	4,94	3,60	4,9	2,4
7	Sapindaceae	15	4	463,0	1,02	4,94	3,60	4,6	2,3
8	Indeterminadas	10	4	308,6	0,68	4,94	3,60	4,3	2,1
9	Euphorbiaceae	6	4	185,2	0,41	4,94	3,60	4,0	2,0
10	Sapotaceae	2	2	61,7	0,14	2,47	1,80	1,9	1,0
11	Convolvulaceae	1	1	30,9	0,07	1,23	0,90	1,0	0,5
12	Piperaceae	1	1	30,9	0,07	1,23	0,90	1,0	0,5
	<b>total</b>	<b>1472</b>		<b>45432,1</b>	<b>100</b>	<b>137,04</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>100</b>

**Tabela 8.** Parâmetros fitossociológicos para as espécies presentes no estrato 1 da regeneração natural, ADRB#1, ALUMAR, São Luís, MA.

N	Espécie	Número	Número	Densidade	Densidade	Frequência	Frequência	I V I	% I V I
		de indivíduos	de parcelas	Absoluta n/ha	relativa %	absoluta %	relativa %		
1	<i>Panicum maximum</i>	812	10	25061,7	55,16	12,35	8,8	63,9	32,0
2	<i>Borreria</i> sp.	353	27	10895,1	23,98	33,33	23,7	47,7	23,8
3	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	150	20	4629,6	10,19	24,69	17,5	27,7	13,9
4	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>	40	10	1234,6	2,72	12,35	8,8	11,5	5,7
5	<i>Oeceoclades maculata</i>	20	9	617,3	1,36	11,11	7,9	9,3	4,6
6	<i>Albizia lebbek</i>	25	7	771,6	1,70	8,64	6,1	7,8	3,9
7	<i>Sapindus saponaria</i>	15	4	463,0	1,02	4,94	3,5	4,5	2,3
8	indeterminada	10	4	308,6	0,68	4,94	3,5	4,2	2,1
9	<i>Mikania</i> sp.	18	3	555,6	1,22	3,70	2,6	3,9	1,9
10	<i>Crotalaria</i> sp.	6	3	185,2	0,41	3,70	2,6	3,0	1,5
11	<i>Mimosa acutistipula</i>	5	3	154,3	0,34	3,70	2,6	3,0	1,5
12	euforbiaceae 2	4	2	123,5	0,27	2,47	1,8	2,0	1,0
13	<i>Cassia fistula</i>	2	2	61,7	0,14	2,47	1,8	1,9	0,9
14	euforbiaceae 1	2	2	61,7	0,14	2,47	1,8	1,9	0,9
15	mata-fome	2	2	61,7	0,14	2,47	1,8	1,9	0,9
16	<i>Pouteria oblanceolata</i>	2	2	61,7	0,14	2,47	1,8	1,9	0,9
17	<i>Leucaena leucocephala</i>	3	1	92,6	0,20	1,23	0,9	1,1	0,5
18	asteraceae	1	1	30,9	0,07	1,23	0,9	0,9	0,5
19	<i>Ipomoea</i> sp.	1	1	30,9	0,07	1,23	0,9	0,9	0,5
20	<i>Piper</i> sp.	1	1	30,9	0,07	1,23	0,9	0,9	0,5
	<b>Total</b>	<b>1472</b>		<b>45432,1</b>	<b>100</b>	<b>140,74</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>100</b>

#### 4.5.2. Estrato 2

Nos 9 transectos de 30 m x 2 m, foram amostrados 104 indivíduos, distribuídos em 9 famílias, 17 gêneros e 18 espécies. Sendo 12 identificadas em nível de espécie, 4 até gênero e 1 apenas até família.

Do total de espécies 14 possuem forma de vida arbórea, 4 são herbáceas e 1 é liana. A densidade média foi de 0,19 plantas por m<sup>2</sup> ou 1 planta a cada 5 m<sup>2</sup>.

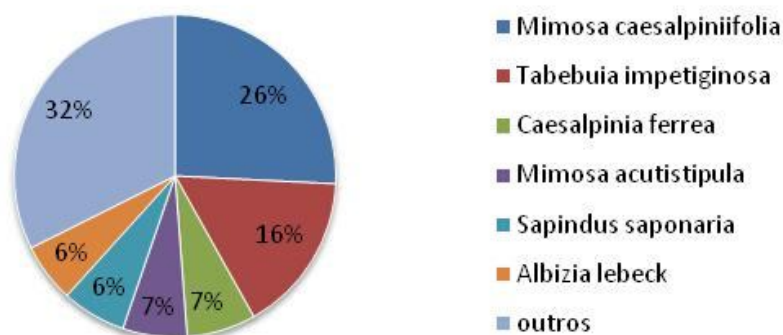
As famílias mais importantes neste estrato de regeneração foram Leguminosae com 50,8 % do IVI, com representantes em 100 % das unidades amostrais (UAs.), Bignoniaceae com 18 % presente em 33 % das UAs. e Sapindaceae com 8,4 % também presente em 33 % das parcelas. Os parâmetros fitossociológicos para as famílias estão apresentadas na tabela 9.

Dentre as espécies destacaram-se *Mimosa caesalpiniiifolia* com densidade absoluta (DA) de 759 indivíduos/ha ou 0,075 indivíduos/m<sup>2</sup> ou 1 indivíduo a cada 13 m<sup>2</sup>, densidade relativa (DAr) de 39,42 % e uma frequência absoluta (FA) de 44,4 % e FAr de 12,1 %. Estes valores contribuíram para o IVI de 51,5 (25,7 %). A segunda espécie mais importante neste estrato foi *Tabebuia impetiginosa* com uma DA de 444 indivíduos/ha ou 0,044 ind/m<sup>2</sup> ou 1 indivíduo a cada 23 m<sup>2</sup>, DAr de 23 % e FA de 33,3 %. O IVI foi de 32,17 (16 % do total). *T. impetiginosa* também se destacou no estrato 1 de regeneração e no estrato arbóreo foi a espécie mais representativa, tornando-se a espécie melhor representada na comunidade. A terceira em destaque foi *Caesalpinia ferrea* com 6,9 % do IVI total. Os parâmetros fitossociológicos para as demais espécies inventariadas são apresentadas na figura 10 e na tabela 10.

As espécies nativas encontradas neste estrato são as mesmas encontradas no estrato 1. São elas o tuturubá *Pouteria oblanceolata* com 1 indivíduo e o mata-fome (Leguminosae Papilionoideae) com 2 indivíduos.

**Tabela 9.** Parâmetros fitossociológicos para as famílias amostradas no estrato 2 de regeneração, ADRB#1, ALUMAR, São Luís, MA.

N	Família	Número de indivíduos	Número de parcelas	Densidade Absoluta n/ha	Densidade relativa %	Frequência absoluta %	Frequência relativa %	IVI	%IVI
1	Leguminosae	65	9	1203,7	62,50	100,00	39,13	101,63	50,82
2	Bignoniaceae	24	3	444,4	23,08	33,33	13,04	36,12	18,06
3	Sapindaceae	4	3	74,1	3,85	33,33	13,04	16,89	8,44
4	Rubiaceae	4	2	74,1	3,85	22,22	8,70	12,54	6,27
5	Myrtaceae	2	2	37,0	1,92	22,22	8,70	10,62	5,31
6	Asteraceae	2	1	37,0	1,92	11,11	4,35	6,27	3,14
7	Malvaceae	1	1	18,5	0,96	11,11	4,35	5,31	2,65
8	Piperaceae	1	1	18,5	0,96	11,11	4,35	5,31	2,65
9	Sapotaceae	1	1	18,5	0,96	11,11	4,35	5,31	2,65
	<b>total</b>	<b>104</b>		<b>1925,9</b>	<b>100</b>	<b>255,6</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>100</b>



**Figura 10.** Distribuição percentual do IVI para as espécies presentes no estrato 2 de regeneração, ADRB#1, ALUMAR, São Luís, MA.

**Tabela 10.** Parâmetros fitossociológicos para as espécies do estrato 2 de regeneração, ADRB#1, ALUMAR, São Luís, MA.

N	Espécie	Número de indivíduos	Número de parcelas	Densidade Absoluta n/m <sup>2</sup>	Densidade relativa %	Frequência absoluta %	Frequência relativa %	IVI	%IVI
1	<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	41	4	0,0759	39,42	44,44	12,12	51,54	25,77
2	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	24	3	0,0444	23,08	33,33	9,09	32,17	16,08
3	<i>Caesalpinia ferrea</i>	5	3	0,0093	4,81	33,33	9,09	13,90	6,95
4	<i>Mimosa acutistipula</i>	4	3	0,0074	3,85	33,33	9,09	12,94	6,47
5	<i>Sapindus saponaria</i>	4	3	0,0074	3,85	33,33	9,09	12,94	6,47
6	<i>Albizia lebeck</i>	6	2	0,0111	5,77	22,22	6,06	11,83	5,91
7	<i>Borreria</i> sp.	4	2	0,0074	3,85	22,22	6,06	9,91	4,95
8	<i>Leucaena leucocephala</i>	3	2	0,0056	2,88	22,22	6,06	8,95	4,47
9	mata-fome	2	2	0,0037	1,92	22,22	6,06	7,98	3,99
10	<i>Hymenea coubaril</i>	2	1	0,0037	1,92	11,11	3,03	4,95	2,48
11	<i>Parkia</i> cf. <i>pendula</i>	2	1	0,0037	1,92	11,11	3,03	4,95	2,48
12	Asteraceae sp1	1	1	0,0019	0,96	11,11	3,03	3,99	2,00
13	<i>Mikania</i> sp.	1	1	0,0019	0,96	11,11	3,03	3,99	2,00
14	<i>Piper</i> sp.	1	1	0,0019	0,96	11,11	3,03	3,99	2,00
15	<i>Pouteria oblanceolata</i>	1	1	0,0019	0,96	11,11	3,03	3,99	2,00
16	<i>Psidium guajava</i>	1	1	0,0019	0,96	11,11	3,03	3,99	2,00
17	<i>Sida</i> sp.	1	1	0,0019	0,96	11,11	3,03	3,99	2,00
18	<i>Syzygium cumini</i>	1	1	0,0019	0,96	11,11	3,03	3,99	2,00
	<b>total</b>	<b>104</b>		<b>0,1926</b>	<b>100</b>	<b>366,67</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>100</b>

A densidade média observada para as plântulas de espécies arbóreas para os estratos 1 e 2 de regeneração natural foi de 0,92 indivíduos/m<sup>2</sup>, valores baixos quando comparados com as florestas naturais. ALVES E METZGER (2006) avaliando a regeneração natural de uma floresta atlântica secundária em Cotia, São Paulo encontrou uma densidade média de plântulas de árvores e arbustos variando entre 5,8 e 6,6 indivíduos/m<sup>2</sup>. Entretanto, os valores obtidos são compatíveis com os encontrados em reflorestamentos mistos no interior de São

Paulo, onde também foram encontrados valores inferiores a 1 indivíduo/m<sup>2</sup> (SIQUEIRA, 2002).

Esses valores baixos são resultado da pequena idade do projeto e mostram que a área encontra-se nos estágios iniciais da sucessão ecológica, considerando o ecossistema florestal. Entretanto, constitui-se um grande salto quando se considera as seres que ocorreriam naturalmente se a área não sofresse intervenção humana.

#### **4.6. Potencial de regeneração**

Foram amostradas 22 espécies de árvores no estrato arbóreo, a riqueza encontrada para as plântulas (considerando os dois estratos de regeneração) foi de 7 espécies. O coeficiente de Sorensen indicou alta similaridade entre o estrato de regeneração e as árvores estabelecidas, sendo = 0,76. Indicando que a probabilidade de ser sorteada uma espécie em comum entre a comunidade de plântulas e a de árvores é de 76 %. Isto significa que a floresta tem alta probabilidade de manter uma composição florística semelhante a atual, com predomínio de espécies da família Leguminosae e Bignoniaceae, ou seja, algumas das espécies plantadas já estão se reproduzindo e deixando descendentes. Por outro, lado indica que a chegada de espécies nativas está ocorrendo lentamente, mesmo a área sendo circundada por florestas secundárias nativas, ou seja, a fonte de propágulos é próxima. Verifica-se a presença de algumas espécies se estabelecendo, porém eles se encontram em tão baixa densidade que fica clara a presença de fatores limitantes a regeneração natural na área. Considerando-se a proximidade de florestas secundárias nativas no entorno pergunta-se: o que estaria impedindo a chegada e o estabelecimento destes propágulos na ADRB#1?

A maioria dos propágulos que conseguem chegar à área não estão conseguindo se estabelecer em função da alta salinidade e alcalinidade oferecidas pelo substrato e em algumas áreas do tanque a presença de espécies invasoras inibem o estabelecimento das plântulas. É notável a presença de *Vismia* cf. *guyanensis* entre outras espécies colonizando os taludes da área (Figura 11), porém poucos indivíduos são observados colonizando a ADRB#1. Outra questão importante nas recomposições florestais, para que o processo de sucessão seja acelerado é a presença de espécies que atraiam a fauna silvestre para o reflorestamento, uma vez que ela é a principal dispersora de sementes nas florestas tropicais (PARROTA, 1997). Nenhuma das espécies plantadas em maior quantidade é grande atrativa de fauna.

Pode-se mencionar ainda, o fato da ADRB#1 estar topograficamente acima da floresta secundária do entorno, o que dificulta a chegada dos propágulos. Além disso, a área encontra-se pouco conectadas com as florestas do entorno, o que inibe boa parte do fluxo de fauna da floresta nativa para o reflorestamento. Outro fator limitante é a grande perturbação antrópica gerada pelo trânsito de veículos e pelas obras ativas nas ADRB. A interação destes fatores limitantes contribui para a baixa regeneração natural da área e apontam para a necessidade de ações de manejo que contribuam para a sustentabilidade futura da floresta.



**Figura 11.** Lacre-vermelho (*Vismia* cf. *guianensis*) colonizando o talude da ADRB#1, ALUMAR, São Luís, MA.

Por outro lado, o estabelecimento de uma floresta com a estrutura e complexidade alcançadas, em condições tão adversas ao crescimento vegetal, em um curto espaço de 10 anos, pode se atribuir ao projeto boas perspectivas. Ele atendeu boa parte dos objetivos iniciais. Cobrir rapidamente o solo, estabelecendo vegetação de porte arbóreo que aporte grande quantidade de fitomassa, adicionando matéria orgânica rica em nitrogênio, melhorando as condições do substrato para o estabelecimento de espécies mais exigentes. Na área se observa grande atividade de formigueiros colonizando algumas áreas do tanque, segundo análise realizada pela EMBRAPA (2007), a concentração de sódio nos montículos de rejeito revolvidos pelas formigas (Figura 12) e depositados acima da cinza foi de  $2 \text{ cmolc dm}^{-3}$ , enquanto os valores na camada abaixo foi de  $4 \text{ cmolc dm}^{-3}$ . Comparativamente aos valores observados em rejeito a aproximadamente 11 anos, antes do reflorestamento, estes valores foram de 10 a 20 vezes menores, demonstrando que a atividade biológica está melhorando as condições do substrato.





**Figura 12.** Formigueiros e detalhe do rejeito transportado pelas formigas para a superfície da cinza, ADRB#1, ALUMAR, São Luís, MA.

## 5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Após a análise estrutural e florística da floresta implantada na ADRB#1 da ALUMAR pode-se concluir que:

- A sucessão ecológica vem ocorrendo na área, porém mais lentamente do que o desejado para garantir a sustentabilidade da floresta.
- A regeneração natural é baixa, quando comparada com florestas naturais, porém compatíveis com outros reflorestamentos em idades semelhantes;
- Algumas espécies pioneiras já estão saindo do sistema, propiciando aberturas no dossel da floresta. Estas clareiras provocam o aumento da intensidade de radiação solar que atinge o sub-bosque, gerando condições favoráveis para que se alastrem plantas invasoras, como o capim-colonião;
- A floresta apresenta indícios de declínio em função da baixa regeneração encontrada, sendo indicado adotar medidas de manejo para favorecer a regeneração natural e assegurar a sustentabilidade da floresta, caso se deseje manter uma vegetação de porte florestal.

Algumas das ações sugeridas são descritas a seguir:

- i) Testar modelos de enriquecimento da floresta com o plantio de mudas de árvores e arbustos, preferencialmente nativos da região, priorizando-se as espécies mais atrativas da fauna silvestre.
- ii) Planejar alternativas para minimizar os impactos antrópicos no entorno.

iii) Revegetar os taludes de maneira a evitar a erosão e aumentar a conectividade com a floresta nativa circundante, aumentando o fluxo de fauna entre as áreas. A figura 5 do anexo indica algumas dessas áreas.

iv) Realizar levantamentos florísticos e fitossociológicos nas florestas nativas do entorno da ADRB#1, úteis na identificação de espécies potenciais para a recuperação das áreas degradadas, quais espécies estão contribuindo mais para a colonização da ADRB#1, marcação de matrizes para a colheita de sementes e outras. A marcação de matrizes de sementes possibilita a produção de mudas com material genético adaptado as condições climáticas locais. Outra justificativa relevante para a realização destes levantamentos nas florestas da ALUMAR é a pequena quantidade de estudos florísticos realizados nos remanescentes florestais do município de São Luís, com destaque aos estudos realizados por MUNIZ *et al.* (1994a) na reserva florestal do Sacavém.

v) Instalar parcelas permanentes com o objetivo de monitorar a dinâmica da regeneração natural na ADRB#1 da ALUMAR.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAL- Associação Brasileira do Alumínio, disponível em: <<http://www.abal.org.br>>. Acesso: 10.jan. 2008.

ALLEN, J.A. Reforestation of bottomland hardwoods and the issue of woody species diversity. *Restoration Ecology*, v.5, n.2, p.125-134, 1997.

ALUMAR, Consórcio de alumínio do Maranhão; Disponível em: <<http://www.alumar.com.br>>. Acesso: em 15. Jan.2008.

ALVES, L.F.; METZGER, J.P.; A regeneração florestal em áreas de floresta secundária na Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia, SP. *Biota Neotropica*, Vol. 6 (número 2), 2006.

ANDERSEN, A.N.; MORRISON, S.C.; Myrmecochory in Australia's seasonal tropics: effects of disturbance on distance dispersal. *Australian Journal of ecology*, v.23, p.483-491, 1998.

APG II. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Bot. J. Linn. Soc.* 141:399–436. 2003.

BRASIL. Constituição Federal de 5 de outubro de 1988. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 9 de Janeiro de 2007.

CAMPELLO, E. F. C.; Sucessão vegetal na recuperação de áreas degradadas. In: DIAS, L. E; MELLO, J.W.V. de, *Recuperação de áreas degradadas*. UFV, p. 183-194. 1998.

CAMPELLO, E. F.C. A Influência de leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio na sucessão vegetal em áreas degradadas na Amazônia. 1999. 121 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

CARVALHO, J.O.P. Análise estrutural da regeneração natural em floresta tropical densa na região do Tapajós no Estado do Pará. Curitiba: UFPR. 128f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná. 1982.



- CLEMENTS, F. E., Plant succession: An analysis of the development of vegetation, Carnegie Institution of Washington, Washington DC. 1916.
- CONAMA, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resoluções do CONAMA 1984/91. 4ª Ed. Brasília: IBAMA, 245p. 1992.
- DA SILVA SYLVESTRE, L. & DA ROSA, M. M. T. Manual metodológico para estudos botânicos na mata atlântica, Seropédica: Editora Universidade Rural, 121 p. 2002.
- EHRENFELD, J.G.; TOTH, L.A. Restoration ecology and the ecosystem perspective. *Restoration Ecology*, v.5, n.4, p.307-317, 1997.
- EMBRAPA, Relatório de pesquisa: tratamento e uso do rejeito da produção de alumina como condicionador de solo, (dados não publicados). 52 p. 2007
- FINOL, U.H. Nuevos parámetros a considerarse en el analisis estructural de lãs selvas virgens tropicales. *Revista Forestal Venezolana*, 14 (21): 337 – 1144. 1971.
- FORTES, J. L. de O. Reabilitação de depósito de resíduo do refino de bauxita com o uso de resíduos industriais e leguminosas arbóreas. 2000 (tese de Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 185 p. 2000.
- FORTES, J. L. O. *et al.*; Tecnologia para reabilitação de áreas com rejeito do refino da bauxita in: SILVA, A.C., & BRIGEL. J.M.M. Projetos e ações em biologia e química. Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), São Luís, MA; 352 p. 2006
- GAMA, J.R.V.; BOTELHO, S.A.; BENTES-GAMA, M.M. Composição florística e estrutura da regeneração natural de floresta secundária de várzea baixa no Estuário Amazônico. *Revista Árvore* v.26, n.5, p.559-566. 2002.
- GILPIN, M.E. Experimental community assembly: competition, community structure and the order of species introduction. In: JORDAN III, W.R., GILPIN, M.E; ABER, J.D. (Ed.) *Restoration Ecology - A synthetic approach to ecological research*. Cambridge: University Press. P.151-161. 1987
- GÓMEZ-POMPA, A.; WIECHERS, B.L. 1976. Regeneracion de los ecosistemas tropicales y subtropicales. In: GÓMEZ-POMPA, A.; VÁZQUEZ-YANES, C.; AMO RODRÍGUEZ, S. *Del et al. Regeneracion de selvas*. Mexico: Continental, p.11-30. 1976.
- GREIG-SMITH, P. *Quantitative plant ecology*. 3 ed. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 1983.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>>. Acesso: 20.nov.2007.
- JACKSON, L.; LOPOUKHINE, N; HILLYARD, D. Ecological restoration: a definition and comments. *Restoration Ecology*, v.3, n.2, p.71-75, 1995.
- JORDAN III, W. R.; PETERS II, R.L; ALLEN, E.B. Ecological restoration as a strategy for conservation biological diversity. *Environmental Management*, v. 12, n. 1, p. 55-72, 1988.

- KÖPPEN, W. Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra. Fondo de Cultura Económica, México. 479p. 1948.
- LAMPRECHT, H. Ensayo sobre la estructura florística de la parte sur-oriental del Bosque Universitario: “El caimital”, Estado Barinas. Ver. For. Venezolana, v. 7 n. 10/11, p 77-119. 1964.
- LONGHI, S. J. A estrutura de uma floresta natural de Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze., no sul do Brasil. Curitiba, Tese (Mestrado em Engenharia Florestal). UFPR. 198p. 1980.
- LORENZI, H. Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. V.1, 3° ed. Nova Odessa. SP: Instituto Plantarum, 2000.
- MARANHÃO. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais do Estado do Maranhão. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Turismo do Maranhão. Diagnóstico dos Principais Problemas Ambientais do Estado do Maranhão. São Luís: Lithograf, 193p. 1991
- MONTALVO, A. M.; RICE, S. L. W.; BUCHMANN, S. L.; CORY, C.;HANDEL, S.N.; NABHAN, G. P.; PRIMACK, R. & ROBICHAUX ,R. H. Restoration Biology: A Population Biology Perspective. Restoration Ecology, v. 5, n.4, p.277-290, 1997.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. Aims and methods of vegetation ecology. New York: John Wiley & Sons, 547 p. 1974.
- MUNIZ, F.H., CESAR, O. & MONTEIRO, R. Aspectos florísticos quantitativos e comparativos da vegetação arbórea da reserva florestal do Sacavém, São Luis, Maranhão (Brasil). Acta Amazonica 24:189-218.1994a.
- MUNIZ, F.H., CESAR, O. & MONTEIRO, R. Fitossociologia da vegetação arbórea da reserva florestal do Sacavém, São Luis, Maranhão (Brasil). Acta Amazonica 24:219-236. 1994b.
- NEMRH-UEMA, Núcleo Estadual de Meteorologia e Recursos Hídricos- Universidade Estadual do Maranhão, Disponível em: <<http://www.nemrh.uema.br/>>. Acesso: 27.nov.2007.
- NOVAES, R.C; TAROUCO, J. E. F.; RANGEL, M. E. S. & DIAS, L. J. B. S., Análise da sensibilidade ambiental da parte ocidental da Ilha do Maranhão, Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, INPE, p. 4089-4096. 2007.
- OLIVEIRA, V.M. & REBELO, F.M. Macroendofauna bêntica de substratos móveis de um manguezal sob impacto das atividades humanas no sudoeste de São Luís-MA. Boletim do Laboratório de Hidrobiologia. São Luís, p. 75-93. 1999.
- PARROTA, J. A. Influence of overstory composition on understory colonization by native species in plantations on a degraded tropical site. Journal of Vegetation Science, v. 6, p. 627-636, 1995,
- PARROTA, J. A. Secondary forest regeneration on degraded tropical lands: the role of plantations as foster ecosystems.. In: LEITE, H. e LOHMANN, M. (Eds), Restoration of Tropical Forest Ecosystems. Dordrecht: Kluwer, p.63-73. 1993.

- PARROTA, J. A.; KNOWLES, O.H. Restoration of tropical moist forests on bauxite-mined lands in the Brazilian Amazon. *Restoration Ecology*, v.7, n.2, p.103-116,1999.
- PARROTA, J. A.; TURNBULL, J.W.; JONES, N. Catalyzing native forest regeneration on degraded tropical lands. *Forest Ecology and Management*, v. 99, p.1-7, 1997.
- PIELOU, E.C.; *Ecological diversity*. New York; John Wiley, 165 p. 1975.
- RICKLEFS, R.E., *A economia da natureza*, University of Missouri, St. Louis, Editora Guanabara koogan, 5 ed. 503 p. 2003.
- SANQUETTA, C. R.; WATZLAWICK, L. F.; CORTE, A. P. D.; FERNANDES, L. de A. V. *Inventários florestais: planejamento e execução*. 1. ed. Curitiba-PR: Próprios autores, v.1. 270 p. 2006.
- SIQUEIRA, J.O.; FRANCO, A.A. *Biotechnologia do solo: fundamentos e perspectivas*. Brasília: MEC/ABEAS/ESAL/FAEPE, 236p. 1988.
- SIQUEIRA, L.P.; *Monitoramento de áreas restauradas no interior do estado de São Paulo, Brasil (Dissertação de Mestrado em Recursos Florestais)* Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz , USP, Piracicaba, 128p. 2002.
- SOUZA, F. M., *Estrutura e dinâmica do estrato arbóreo e da regeneração natural em áreas restauradas, (dissertação de mestrado em Ciências Florestais)*, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba, SP, 78p. 2000.
- SOUZA, V. C. & LORENZI, H. *Botânica Sistemática: Guia ilustrado pára a identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II*. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 640p. 2005.
- TUCKER, N. I. J.; MURPHY, T. M. The effects of ecological rehabilitation on vegetation recruitment: some observations from the Wet Tropics of North Queensland; *Forest Ecology and Management*, v. 99, p.133-152,1997.
- WHITTAKER, R.H. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21: 21 251. 1972
- WUNDERLE JR., J.M. The role of animal seed dispersal in accelerating native forest regeneration on degraded tropical lands. *Forest Ecology and Management*, v. 99, p. 223-235, 1997.
- YOUNG, T.P. Restoration ecology and conservation biology. *Biological Conservation*, v. 92, p. 73-83, 2000.

## 7. ANEXOS

Tabela 1. Lista das espécies encontradas na ADRB#1, ALUMAR, São Luís, MA.

família	nome científico	autor	nome popular	hábito	estrato		
					Arb	R1	R2
<b>Apocynaceae</b>							
	<i>Tabernaemontana</i> sp.*		leiteira				
<b>Areaceae</b>							
	<i>Elaeis guineensis</i> *	Jacq.	dendezeiro	arv.			
	indeterminada 7 *		desconhecido	arv.			
<b>Asteraceae</b>							
	<i>Mikania</i> sp.	Willd.	desconhecido	liana		x	
	indeterminada 1		desconhecido	erva		x	
<b>Anacardiaceae</b>							
	<i>Anacardium occidentale</i>	L.	cajueiro	arv.			
	<i>Mangifera indica</i>	L.	mangueira	arv.			
<b>Bignoniaceae</b>							
	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	(Mart. ex DC.) Standl.	pau-d'arco-roxo	arv.	x	x	x
	<i>Tabebuia chrysotricha</i> *	(Mart. ex DC.) Standl.	ipê-amarelo *	arv.			
<b>Clusiaceae</b>							
	<i>Vismia cf. guianensis</i> *	(Aubl.) Pers.	lacre-vermelho	arv.			
<b>Convolvulaceae</b>							
	<i>Ipomoea</i> sp.		desconhecido	liana		X	
	<i>Ipomoea pes-caprae</i> *	(L.) R. Br.	salsa-da-praia	erva			
<b>Euphorbiaceae</b>							
	indeterminada 2		cansação	erva		x	
	indeterminada 3		desconhecido	erva		x	
	<i>Sapium glandulatum</i> *	(Vell.) Pax.	burra-leitera	arv.			
<b>Leguminosae</b>							
	<i>Caesalpinia ferrea</i>	Mart. ex Tul. var. <i>ferrea</i>	jucá	arv.		x	x
	<i>Cassia fistula</i>	L.	chuva-de-ouro	arv.	x	x	
	<i>Delonix regia</i>	(Hook.) Raf.	flamboiant	arv.			
	<i>Hymenaea courbaril</i>	L.	jatobá	arv.			x
	<i>Parkinsonia aculeata</i> *	L.	rosa-da-turquia*	arv.			
	<i>Acacia mangium</i>	Willd.	mangium	arv.	x		
	<i>Albizia lebbek</i>	(L.) Benth.	éban	arv.	x	x	x
	<i>Albizia saman</i>	(Jacq.) Merr.	samam	arv.	x		
	<i>Anadenanthera colubrina</i>	(Vell.) Brenan var. <i>cebil</i> (Griseb.)Altschul	angico-vemelho	arv.	x		
	<i>Inga laurina</i>	(Sw.) Willd.	ingá-xixica	arv.	x		
	<i>Leucaena leucocephala</i>	(Lam.) de Wit	leucena	arv.	x	x	x
	<i>Prosopis juliflora</i>	(Sw.) DC.	algaroba	arv.	x		
	<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	Benth.	sabiá	arv.	x		x
	<i>Mimosa acutistipula</i>	Benth.	jurema-preta	arv.	x	x	x
	<i>Mimosa</i> sp.	L.	espinheiro	arv.	x		
	<i>Calliandra cf. surinamensis</i> *	Benth.	calliandra	arv.			
	<i>Parkia</i> sp.	R.Br	fava-de-bolota	arv.			x
	<i>Clitoria fairchildiana</i>	R.A. Howard	sombreiro	arv.			
	indeterminada 4		mata-fome	arv.		x	x
	<i>Crotalaria</i> sp.	L.	desconhecido			x	
<b>Malvaceae</b>							
	<i>Chorisia speciosa</i>	A. St.-Hil.	paineira	arv.			
	<i>Sterculia chicha</i>	A. St.-Hil. ex Turpin	chichá	arv.	x		
<b>Myrtaceae</b>							
	<i>Syzygium cumini</i>	(L.) Skeels	jambolão	arv.	x		
	<i>Psidium guajava</i>	L.	goiabeira	arv.			x
	<i>Eugenia</i> sp.1*	L.	desconhecido				
	<i>Eugenia</i> sp.2*	L.	desconhecido				
<b>Nyctaginaceae</b>							
	<i>Guapira opposita</i> *	(vell.) Heitz	maria-mole				

\*espécies encontradas fora das unidades amostrais

continua...

família	nome científico	autor	nome popular	hábito	estrato		
					Arb	R1	R2
<b>Ochnaceae</b>							
	<i>Ouratea</i> sp1*	Aubl.	esporão-de-galo				
	<i>Ouratea</i> sp2*	Aubl.	desconhecido				
<b>Orchidaceae</b>							
	<i>Oeceoclades maculata</i>	(Lindl.) Lindl.	orchidia-de-chão	erva		x	
<b>Piperaceae</b>							
	<i>Piper</i> sp.	L.	pimenta-de-macaco	erva		x	
<b>Poaceae</b>							
	<i>Panicum maximum</i>	Jacq.	capim-colonião	erva		x	
<b>Rubiaceae</b>							
	<i>Borreria</i> sp.	G. May	poaia	erva	x	x	x
	<i>Ixora coccinea</i> *	L.	desconhecido	arbusto			
<b>Sapindaceae</b>							
	<i>Sapindus saponaria</i>	L.	sabonete	arv.	x	x	
	<i>Matayba aff. guianensis</i> *	Aubl.	desconhecido				
<b>Sapotaceae</b>							
	<i>Pouteria oblanceolata</i>	Pires	tuturubá	arv.		x	x
<b>Solanaceae</b>							
	<i>Solanum</i> sp.*		jurubeba	arbusto			
<b>Urticaceae</b>							
	<i>Cecropia aff. pachystachya</i>	Trécul	embaúba	arv.	x		
<b>Indeterminada</b>							
	indeterminada 5		roxinha	erva		x	
	indeterminada 6*		garampara	arv.			

**Legenda:** Arv. = hábito arbóreo; Estratos: arv.= estrato arbóreo (DAP>5cm), R1= estrato de regeneração 1 (plantas com altura maior que 10 cm e menor que 1 m); R2= estrato de regeneração 2 (plantas com altura maior que 1 m e DAP <5 cm). \* indivíduos encontrados regenerando fora das unidades amostrais e \*\*indivíduos com DAP > 5 cm encontrados fora das unidades amostrais.



**Figura 1.** Vista geral da ADRB#1, onde são visualizados poucos indivíduos regenerando.

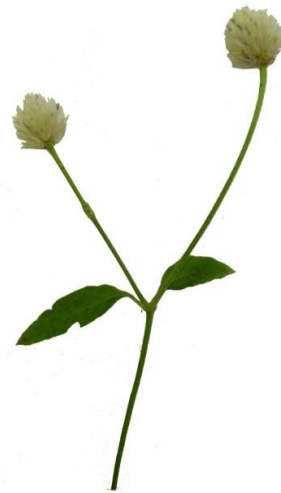


**Figura 2.** Parcela 7 com indivíduos de *Tabebuia impetiginosa* regenerando no sub-bosque.





**Figura 3.** Área da parcela 3 onde verifica-se o dossel mais aberto e o domínio de *Panicum maximum* Jacq. no sub-bosque.



**Figura 4.** *Borreria* sp no interior da parcela 5 e detalhe da planta.



**Figura 5.** Áreas sugeridas para reflorestamentos visando o aumento da conectividade da ADRB#1 com as florestas nativas do entorno.



**Tabela 2.** Lista florística da Reserva Florestal do Sacavén, São Luís, MA (MUNIZ *et al.* 1994a).

<b>família</b>	<b>espécie</b>	<b>autor</b>
<b>Anacardiaceae</b>		
	<i>Spondias mombim</i>	L.
	<i>Tapirira guianensis</i>	Aubl.
<b>Annonaceae</b>		
	<i>Annona montana</i>	Macf.
	<i>Annona</i> sp.	
	<i>Duguetia echinophora</i>	R.E. Fries
	<i>Ephedranthus</i> sp1.	
	<i>Ephedranthus</i> sp2.	
	<i>Oxandra reticulata</i>	Maas
	<i>Oxandra</i> aff <i>sessiliflora</i>	R.E. Fries
	indeterminada 1	
	indeterminada 2	
<b>Apocynaceae</b>		
	<i>Aspidosperma auriculatum</i>	Mgf.
	<i>Aspidosperma centrale</i>	Mgf.
	<i>Himatanthus articulatus</i>	(Vahl.) Woodson
<b>Araliaceae</b>		
	<i>Didymopanax</i> sp.	
<b>Arecaceae</b>		
	<i>Maximiliana maripa</i>	(Correa) Drude
	<i>Orbygnia pharelata</i>	Mart.
	<i>Syagrus</i> sp.	
	<i>Astrocaryum vulgare</i>	Mart.
<b>Bignoniaceae</b>		
	<i>Tabebuia serratifolia</i>	(Vahl.) Nich.
	<i>Tabebuia</i> sp.	
<b>Bixaceae</b>		
	<i>Cochlospermum regium</i>	(Mart. & Schrank) Pilger
<b>Boraginaceae</b>		
	<i>Cordia scabrifolia</i>	DC.
<b>Burseraceae</b>		
	<i>Protium hetaphyllum</i>	(Aubl.) March.
	<i>Trattinickia rhoifolia</i>	Willd.
<b>Cannabaceae</b>		
	<i>Trema micranta</i>	Blume
<b>Caricaceae</b>		
	<i>Jacaratia spinosa</i>	(Aubl.) DC.
<b>Caryocaraceae</b>		
	<i>Caryocar brasiliensis</i>	Camb.
<b>Celastraceae</b>		
	<i>Cheiloclinium cognatum</i>	Miers
	indeterminada	

continua...

<b>família</b>	<b>espécie</b>	<b>autor</b>
<b>Chrysobalanaceae</b>		
	<i>Couepia</i> aff. <i>guianensis</i>	Aubl. Subsp. <i>guianensis</i>
	<i>Hirtella racemosa</i>	Lam.
	<i>Licania</i> cf. <i>incana</i>	Aubl.
	<i>Licania kunthiana</i>	Hook. F.
	indeterminada	
<b>Clusiaceae</b>		
	<i>Symphonia globulifera</i>	L. f.
	<i>Vismia guianensis</i>	(Aubl.) Choisy
<b>Combretaceae</b>		
	<i>Terminalia glabrecens</i>	Mart.
<b>Erythroxylaceae</b>		
	<i>Erythroxylum deciduum</i>	St. Hil.
	<i>Erythroxylum leptoneurum</i>	Schulz.
	<i>Erythroxylum</i> cf. <i>ambiguum</i>	Peyr.
<b>Euphorbiaceae</b>		
	<i>Actinostemon conceptiones</i>	(Chadat & Hassl.) Pox & Hoffm.
	<i>Croton cajuçara</i>	Benth.
	<i>Hieronyma laxiflora</i>	(Tul.) M. Arg.
	<i>Manihot coerulescens</i>	(Pohl.) M. Arg.
	<i>Pogonophora schomburgkiana</i>	Miers
	<i>Richeria grandis</i>	Vahl.
	<i>Sapium lanceolatum</i>	(M. Arg.) Hub.
<b>Lauraceae</b>		
	<i>Ocotea cujumarum</i>	Mart.
	indeterminada	
<b>Lecythidaceae</b>		
	<i>Gustavia augusta</i>	L.
	<i>Lecythis lurida</i>	(Miers) Mori
	indeterminada	
<b>Leguminosae</b>		
	<i>Copaifera langsdorfii</i>	Desf.
	<i>Copaifera officinalis</i>	Willd.
	<i>Hymenaea courbaril</i>	L.
	<i>Hymenaea parvifolia</i>	Huber
	<i>Senna georgica</i>	Irwin & Barneby
	<i>Senna sylvestris</i>	(Vell.) Irwin & Barneby
	<i>Swartzia flaemingii</i>	Radl.
	indeterminada	
	<i>Abarema cochleata</i>	(Willd.) Barneby & Grimes
	<i>Abarema jupumba</i>	(Willd.) Britton & Killip. var <i>jupumba</i>
	<i>Enterolobium schomburgkii</i>	Benth.

continua...

<b>família</b>	<b>espécie</b>	<b>autor</b>
<b>Leguminosae</b>		
	<i>Inga alba</i>	( Sw. ) Willd.
	<i>Inga falcistipula</i>	Ducke
	<i>Inga nitida</i>	Willd.
	<i>Inga thibaudiana</i>	DC.
	<i>Pithecelobium foliolosum</i>	Benth.
	<i>Pithecelobium saman</i>	var. acutifolium Benth.
	indeterminada	
	<i>Andira retusa</i>	(Lam.) H.B.K.
	<i>Dipterix lacunifera</i>	Ducke
	<i>Pterocarpus rorhii</i>	Vahl.
<b>Lythraceae</b>		
	<i>Lafoensia</i> sp.	
<b>Malpighiaceae</b>		
	<i>Byrsonima laxiflora</i>	Griseb.
<b>Malvaceae</b>		
	<i>Pachira aquatica</i>	(Aubl.) Schum.
	<i>Sterculia striata</i>	St. Hill. et Naud.
	<i>Luehea cymulosa</i>	Spruce
	<i>Luehea speciosa</i>	Willd.
<b>Melastomataceae</b>		
	<i>Miconia albicans</i>	(Sw.) Triana
	<i>Miconia</i> cf. <i>serialis</i>	DC.
	<i>Mouriri cearensis</i>	Huber
<b>Meliaceae</b>		
	<i>Carapa guianensis</i>	Aubl.
	<i>Guarea guidonia</i>	(L.) Sleumer
	indeterminada	
<b>Monimiaceae</b>		
	<i>Siparuna guianensis</i>	Aubl.
<b>Moraceae</b>		
	<i>Artocarpus integrifolia</i>	L.
	<i>Ficus citrifolia</i>	P. Miller
	<i>Ficus nymphaeaefolia</i>	P. Miller
	<i>Ficus</i> sp.	
<b>Myrsinaceae</b>		
	<i>Cybianthus spicatus</i>	H.B.K.
<b>Myristicaceae</b>		
	<i>Virola callophylla</i>	Warb.
<b>Myrtaceae</b>		
	<i>Myrcia amazonica</i>	DC.
	<i>Myrcia cuprea</i>	(Berg.) Klaers.

continua...

<b>família</b>	<b>espécie</b>	<b>autor</b>
<b>Myrtaceae</b>		
	<i>Myrcia neesiana</i>	DC.
	<i>Myrcia rostrata</i>	DC.
	<i>Myrcia</i> sp.	
	<i>Campomanesia aromatica</i>	(Aubl.) Griseb.
	<i>Myrciaria tenella</i>	(DC.) Berg.
	<i>Myrciaria</i> cf. <i>dubia</i>	(H.B.K.) Mc Vaugh
	<i>Eugenia cachoeirensis</i>	Berg.
	<i>Eugenia egrensis</i>	DC.
	<i>Eugenia florida</i>	DC.
	<i>Eugenia lambertiana</i>	DC. Var <i>lambertiana</i>
	<i>Eugenia puniceifolia</i>	(H.B.K.) DC.
	<i>Eugenia</i> sp.	
	indeterminanda	
<b>Nyctaginaceae</b>		
	<i>Guapira opposita</i>	(Vell.) Reitz
	<i>Bouganvillea</i> sp.	
<b>Ochnaceae</b>		
	<i>Ouratea castanaefolia</i>	(DC.) Engl.
<b>Olacaceae</b>		
	<i>Heisteria</i> sp.	
	<i>Schoepfia brasiliensis</i>	DC.
<b>Polygonaceae</b>		
	<i>Coccoloba pichuna</i>	Huber
	<i>Coccoloba</i> sp.	
<b>Rizophoraceae</b>		
	<i>Cassipourea guianensis</i>	Aubl.
<b>Rubiaceae</b>		
	<i>Alibertia edulis</i>	(L. Rich.) A. Rich. Ex DC.
	<i>Alibertia myrciifolia</i>	(Spruce) Schum
	<i>Chicocca brachiata</i>	R. et P.
	<i>Chomelia barbellata</i>	Sandl.
	<i>Isertia bullata</i>	Schum.
	<i>Ixora</i> aff <i>davisii</i>	Vahl.
	<i>Posoqueria latifolia</i>	(Rudge) Roem. & Schult.
	<i>Rudgea jasminoides</i>	(Cham.) M. Arg.
	indeterminada	
<b>Rutaceae</b>		
	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	Lam.
<b>Salicaceae</b>		
	<i>Banara guianensis</i>	Aubl.
	<i>Casearia arborea</i>	(Rich.) Urban
	<i>Casearia javitensis</i>	H.B.K.

continua...

<b>família</b>	<b>espécie</b>	<b>autor</b>
<b>Salicaceae</b>		
	<i>Casearia cf. negrensis</i>	Eichl.
	<i>Casearia</i> sp. indeterminada	
<b>Sapindaceae</b>		
	<i>Allophylus edulis</i>	St. Hil.
	<i>Matayba guianensis</i>	Aubl.
	<i>Pseudima frutecens</i>	(Aubl.) Radlk.
	<i>Talisia</i> sp. indeterminada 1 indeterminada 2	
<b>Sapotaceae</b>		
	<i>Pouteria macrophylla</i>	(Lam.) Eyma
	<i>Pouteria reticulata</i>	(Engl.) Eyma subsp. Reticulata
	<i>Pouteria</i> sp. indeterminada	
<b>Simarubaceae</b>		
	<i>Simaba guianensis</i>	Aubl. Subsp. Eucadata Cronq.
	indeterminada 1 indeterminada 2	
<b>Solanaceae</b>		
	<i>Solanum caavurana</i>	Vell.
<b>Urticaceae</b>		
	<i>Cecropia palmata</i>	Willd.
<b>Verbenaceae</b>		
	<i>Vitex schomburgkiana</i>	DC.
<b>Vochysiaceae</b>		
	<i>Qualea parviflora</i>	Mart.